MEERESGRUNDPROBEN DER SIBOGA-EXPEDITION

Siboga-Expeditie
LXV

MEERESGRUNDPROBEN DER SIBOGA-EXPEDITION

VON

O. B. BÖGGILD
Professor in Kopenhagen.

Mit 1 Tafel und 1 Karte

BUCHHANDLUNG UND DRUCKEREI
VORMALS
E. J. BRILL
LEIDEN — 1916

I. EINLEITUNG.

Die von der Siboga-Expedition befahrene Gegend, der östliche Teil des indischen Archipels, gehört in Beziehung auf Konfiguration zu den am kompliziertesten in der ganzen Welt.

Es gibt wohl kaum ein anderes Areal von derselben Grösse mit einer so ausgedehnten Küstenlinie; das Land ist in eine Menge von kleineren und grösseren Inseln zerstückelt, und das Meer ist aus unzähligen Bassins, Meeresstrassen und Buchten zusammengesetzt, deren Formen und Dimensionen ausserordentlich verschieden sind.

Die Tiefenverhältnisse dieser Meeresteile sind ebenfalls sehr variierend; es kommen in diesem Gebiete einige der grössten Tiefen, wie andererseits auch einige der grössten Shelfareale vor. Es ist eine Selbstfolge, dass die Erosionsverhältnisse an den Küsten und die Transportverhältnisse des im Wasser aufgeschlämmten Materials unter solchen Umständen sehr kompliziert werden müssen; man darf daher erwarten, dass an vielen Stellen grosse Mengen von terrigenem Detritus abgelagert werden müssen, während eine solche Ablagerung an anderen Stellen sehr geringfügig ist. Und nicht allein in Menge muss das terrigene Material variierend sein, sondern auch in Beschaffenheit, da ein grosser Teil des ganzen Landes rein vulkanischen Ursprungs ist, während der Rest vollkommen frei von Vulkanen ist. Das Vorhandensein von zahlreichen wirksamen Vulkanen erschwert insofern das Studium der Bodenablagerungen, als es in den einzelnen Fällen beinahe ganz unmöglich ist zu bestimmen, ob die vulkanischen Partikeln der Ablagerungen von Aschenfällen herrühren, oder ob sie durch Erosion und Transport mit Strömungen hingebracht worden sind.

Auch vom organischen Leben im Wasser muss man im voraus erwarten, dass es an den verschiedenen Stellen sehr verschiedenartig sein muss, sowohl in quantitativer wie auch in qualitativer Hinsicht, und folglich muss der Gehalt an Kalkschalen und anderen organischen Resten in den Bodenproben sehr variierend sein. Etwas ähnliches gilt von den Neubildungen des Meeresbodens.

In Übereinstimmung mit dem oben gesagten hat denn auch die Untersuchung der Bodenablagerungen gezeigt, dass diese ein sehr buntes Bild geben. Wenn es aus der Karte über die Verbreitung der einzelnen Bodenarten hervorzugehen scheint, dass diese dennoch über verhältnismässig recht grosse Areale gleichmässig sein können, so liegt das grossenteils daran, dass man für jede einzelne Meeresabteilung zu wenige Proben hat um ein genaues Bild geben zu können. Es zeigt sich denn auch, dass man in solchen Fällen, wo die Stationen näher an

einander liegen, eine recht komplizierte Zeichnung erhalten kann. Die Karte muss also als ein erster Versuch aufgefasst werden ein Bild von diesem zerstückelten Meeresboden zu geben, und man muss bei dem Gebrauch derselben stets bedenken, dass die Grenzlinien im Einzelnen recht ungenau sein müssen.

Es ist der grossen Variation wegen recht schwierig etwas allgemeines über die Bodenproben der hier behandelten Gegend zu sagen. Es ist eine Selbstfolge, dass sie in Vergleich mit denjenigen der offenen Ozeane ein ausgeprägt terrigenes Gepräge besitzen müssen, und niemals echt pelagisch sein können. Die verschiedenen Bodenarten, die in MURRAY's System aufgeführt sind, kommen wohl teilweise vor, sind aber meistens recht modifiziert. Namentlich gilt dies von dem sogenannten „Roten Ton", die am meisten pelagische von allen Bodenarten. Es ist dies das erste Mal, dass eine entsprechende Bodenart ausserhalb der offenen Ozeane gefunden wurde, und wie es nachher genauer gezeigt werden soll, ist sie denn auch sehr wenig typisch, indem sie eigentlich nur die eine charakteristische Eigenschaft behalten hat, dass sie wegen der grossen Tiefe kalkfrei ist. Dass diese Lösung des Kalkes in einem ringsum recht stark geschlossenen Bassin stattfinden kann, zeigt, dass sie nicht durch Zuströmung von polarem, stark kohlensäurehaltigem Wasser hervorgebracht sein kann.

Von den verschiedenen Tiefseeablagerungen sind Blauer Schlick, Vulkanischer Schlick, Korallensand und -schlick, Globigerinenschlamm und Roter Ton gefunden worden. Roter und Grüner Schlick wurden in typischer Form nicht angetroffen, obgleich einige der Proben von Blauem Schlick eine recht starke Andeutung von diesen Farben besitzen. Diatomeen- und Radiolarienschlamm existieren jedenfalls nicht, wie auch die Kieselorganismen im Ganzen stark zurücktretend sind. Ebenfalls ist kein typischer Pteropodenschlamm vorhanden, obgleich diese Tiere in einigen wenigen Proben in recht grosser Menge gefunden sind.

Im Folgenden sollen zuerst die mehr charakterisierenden Eigenschaften der Proben erläutert werden: wie Farbe, Konsistenz u. s. w. in Verbindung mit dem Kalkgehalt; dann die mechanische Zusammensetzung und das gegenseitige Verhältnis der drei Hauptkonstituenten, nämlich die Organismen, die terrigenen Mineralien und die Konkretionen. In den drei letzten Kapiteln werden dann diese Bestandteile näher beschrieben.

II. ALLGEMEINE BESCHAFFENHEIT DER PROBEN.

In den hierunter folgenden Tabellen werden die allgemeinen physikalischen Eigenschaften der Proben angeführt, nämlich die Farbe, der Zusammenhangsgrad, die petrographische Konsistenz, ferner der Kalkgehalt und die Klassifikation in dem von MURRAY und RENARD gegebenen System.

In Beziehung auf die Farbe muss zunächst betont werden, dass dieselbe im Allgemeinen sehr wenig variierend ist in Vergleich mit derjenigen der Bodenproben von nördlicheren Meeren, wo sie vom reinsten Grau bis zum reinsten Braun geht. Im vorliegenden Material sind beinahe alle Proben meistens grau, und wo eine andere Nuance angegeben wird, wie bräunlich, grünlich, rötlich etc., muss verstanden werden: grau mit der betreffenden Nuance, die natürlich mehr oder weniger ausgeprägt sein kann. Überall, wo die von TYDEMANN (in der Tabelle zur Monographie I der Siboga-Expedition) angegebene Farbe von der meinigen abweicht, ist sie unter den Anmerkungen angeführt; die Abweichungen sind meistens nicht sehr gross, und lassen sich in den meisten Fällen dadurch erklären, dass die Proben oftmals in nassem Zustande einen bläulichen Ton besitzen, der beinahe vollkommen durch Trocknen verschwindet. Die Beurteilung von ganz schwachen Nuancen ist ja auch stets recht individuell, und einzelne Abweichungen können sich auch dadurch erklären lassen, dass die Proben mit der Zeit ihre Farbe geändert haben; es ist ja sehr wohl möglich, dass die grauen Proben durch Zersetzung von Schwefelkies oder anderen Eisenverbindungen mehr ins Braune übergehen können. Es zeigt sich jedoch, dass diejenigen Proben, die das meiste Schwefelkies enthalten, nämlich Nr. 173, 253, 262 und 269, als rein grau bezeichnet worden sind.

Die Ursachen für die verschiedenen Farben der Proben scheinen hier besonders schwierig zu erklären zu sein; in nördlicheren Meeren ist es eine allgemeine Regel, dass die weniger kalkhaltigen Proben aus geringeren Tiefen grau sind, während die mehr kalkhaltigen aus grösseren Tiefen und grösserer Entfernung vom Lande braun sind. Hier scheint es nicht der Fall zu sein, dass eine so ausgeprägte Verbindung besteht zwischen der Farbe an der einen Seite und der Tiefe oder dem Kalkgehalt an der anderen Seite. Die Verbindung zwischen Tiefe und Farbe kann aus der folgenden Tabelle ersehen werden:

Tiefe	Zahl der Proben				
	grau	bräunlich	grünlich	gelblich	rötlich
0—1000	26	6	11	1	2
1—2000	13	3	2		
2—3000	13	7	1		
3—4000	1	4	2		
> 4000	9	1	1		

Nr. d. Station	Breite	Länge (östlich)	Tiefe (in M)	Bezeichnung der Probe (nach MURRAY)	Farbe in trockenem Zustand	Zusammenhangsgrad in trockenem Zustand
1	7° 27'.5 S.	113° 8'.5	37	Seichtwasserablagerung	Grau	Stark zusammenhängend
2	7° 25' S.	113° 16'	56	„	„	„ „
5	7° 46' S.	114° 30'.5	330	Vulkanischer Schlick	„	Ziemlich lose zus.
8	7° 54' S.	114° 48'.8	720	„ „	„	„ „ „
10	7° 25' S.	115° 5'	600	„ „	„	„ stark „
12	7° 15' S.	115° 15'.6	289	Korallenschlick	„	„ lose „
14	7° 5'.5 S.	115° 13'.8	91	Seichtwasserablagerung	„	Lose zus.
15	7° 2'.6 S.	115° 23'.6	100	„	Grünlich	Sehr lose zus.
16	6° 59' S.	115° 24'.7	22	„	Grau	Ziemlich stark zus.
17	7° 28'.5 S.	115° 28'	1060	Vulkanischer Schlick	„	„ lose „
18	7° 28'.2 S.	115° 24'.6	1018	„ „	„	„ „ „
48	8° 4'.7 S.	118° 44'.3	2060	„ „	Dunkel bräunlich	„ stark „
49[a]	8° 23'.5 S.	119° 4'.6	69	Seichtwasserablagerung	Rötlich	Sehr stark zus.
51	Molo-Strasse		69—91	„	Dunkel grau	Nicht zus.
52	9° 3'.4 S.	119° 56'.7	959	Globigerinenschlamm	Bräunlich	Sehr lose zus.
55	10° 24'.8 S.	121° 11'.5	1456	Vulkanischer Schlick	Grau	Lose zus.
59	10° 22'.7 S.	123° 16'.5	390	Korallensand	„	Nicht „
62	7° 57'.3 S.	122° 9'	2570	Vulkanischer Schlick	„	Ziemlich stark zus.
63	7° 37'.2 S.	122° 3'.5	2560	„ „	„	„ lose „
68	6° 1'.5 S.	120° 45'.5	3110	Globigerinenschlamm	„	„ stark „
69	5° 35'.2 S.	120° 42'.1	1196	„	„	Sehr lose zus.
70	6° 19'.5 S.	119° 52'	1091	Vulkanischer Schlick	Bräunlich	Ziemlich lose zus.
74	5° 3'.5 S.	119° 0'	450	Globigerinenschlamm	Grau	Sehr lose zus.
76	4° 22'.1 S.	118° 16'.9	2029	Vulkanischer Schlick	„	Stark zus.
77	3° 24' S.	117° 36'	59	Seichtwasserablagerung	Grünlich	Ziemlich lose zus.
83	0° 40'.5 S.	118° 26'.6	2400	Blauer Schlick	Grau	„ stark „
84	0° 40.'5 S.	119° 4'	1624	„ „	Bräunlich	„ „ „
85	0° 36'.5 S.	119° 29'.5	724	„ „	Grünlich	Stark zus.
87	0° 32' S.	119° 39'.8	655	„ „	„	„ „
88	0° 34'.6 N.	119° 8'.5	1301	„ „	Grau	Ziemlich stark zus.
92	3° 7' N.	119° 22'	3975	Roter Ton	Bräunlich	„ „ „
95	5° 43'.5 N.	119° 40'	522	Korallensand	„	Nicht zus.
101	6° 15' N.	120° 21'	1270	Korallenschlick	Grau	Lose „
102	6° 4'.1 N.	120° 44'	535	Korallensand	Gelblich	Nicht „
125	Siau-Inseln		27	Seichtwasserablagerung	Bräunlich	„ „
128	4° 27' N.	125° 25'.7	1645	Vulkanischer Schlick	„	„ „
132	5° 56'.7 N.	126° 25'	3302	„ „	„	Ziemlich stark zus.
135	1° 34' N.	126° 54'	1994	„ „	Grau	Nicht zus.
137	0° 23'.8 N.	127° 29'	472	„ „	Dunkel grau	Sehr lose zus.
139	0° 11' S.	127° 25'	397	„ „	Grau	Stark zus.
143	1° 4'.5 S.	127° 52'.6	1454	„ „	„	Ziemlich stark zus.
147	0° 22'.7 S.	128° 52'.7	2039	Globigerinenschlamm	„	Stark zus.
148	0° 17'.6 S.	129° 14'.5	1855	„	„	Ziemlich lose zus.
151	0° 12'.6 S.	129° 48'	845	„	Grünlich	Lose zus.
154	0° 7'.2 N.	130° 25'.5	83	Seichtwasserablagerung	Grau	Nicht „
156	0° 29'.2 S.	130° 5'.3	469	Korallensand	„	„ „
159	0° 59'.1 S.	129° 48'.8	411	Globigerinenschlamm	„	„ „
161	1° 10'.5 S.	130° 9'	798	„	Grünlich	„ „
167	2° 35'.5 S.	131° 26'.2	95	Seichtwasserablagerung	Grau	Sehr lose zus.
170	3° 37'.7 S.	131° 26'.4	924	Globigerinenschlamm	„	„ „ „
171	3° 46'.3 S.	131° 9'.3	470	„	„	„ „ „
173	3° 27' S.	131° 0'.5	567	Blauer Schlick	„	Ziemlich stark zus.
175	2° 37'.7 S.	130° 33'.4	1914	„ „	„	Sehr stark zus.
178	2° 40' S.	128° 37'.5	835	„ „	„	Ziemlich stark zus.
182	3° 46' S.	127° 42'	3702	„ „	„	„ „ „

etrographische Bezeichnung	Bezeichnung der frischen Proben in der Stations-Liste der Expedition und Anmerkungen
einigen Schalen	
„ „	
Ton mit einigen Schalen	
„ „ zahlreichen Schalen	
Ton mit zahlreichen Schalen	
„ „ „ „	
Sand „ „ „	
Schalen	
Ton mit einigen Schalen	Feiner grauer, teilweise grüner Schlick.
Schalen	
Schalen	Madura-Bucht und andere Lokalitäten im südlichen Teil der Molo-Strasse.
Sand	
Ton	
and mit zahlreichen Schalen	
einigen Schalen	
Schalen	
einigen Schalen	
Ton mit zahlreichen Schalen	Feiner, grauer Schlick.
einigen Schalen	„ „ „
diger Ton mit zahlr. Schalen	Anscheinend nur eine dünne Schicht.
einigen Schalen	
Ton mit zahlreichen Schalen	Feiner grauer Korallensand.
	Feiner grauer Schlick.
einigen Schalen	„ „ „
	„ „ „
	Feiner grauer Schlick; der Trawl brachte wesentlich gelben Schlick auf.
	Bläulicher Schlick mit gelbroten Flecken und Streifen.
zahlr. Sch. und Spongiennadeln	Steiniger Boden.
Ton mit Schalen	
zahlreichen Schalen	
nd aus Foraminiferen bestehend	Steine und einige Lithotamnien; Ankerplatz bei Savan, Insel Siau.
zahlreichen Schalen	
	Feiner grauer und bläulicher Schlick.
Sand mit zahlreichen Schalen	
Sand	
zahlreichen Schalen	
einigen Schalen	Feiner bläulicher Schlick.
Schalen und Spongiennadeln	Grauer und grüner Schlick.
Ton mit zahlreichen Schalen	Feiner grauer Schlick mit groben Partikeln.
zahlreichen Schalen	
„ „	
„ „	
„ „	
Sand mit zahlreichen Schalen	
„ „ „ „	
„ „ „ „	
	Feiner gelbgrauer Schlick.
einigen Schalen	Feiner grauer und grüner Schlick.
Ton mit einigen Schalen	Blauer Schlick.
einigen Schalen	Bläulich grüner Schlick.

Nr. d. Station	Breite	Länge (östlich)	Tiefe (in M)	Bezeichnung der Probe (nach MURRAY)	Farbe in trockenem Zustand	Zusammenhangsgrad in trockenem Zustand
189	2° 48′.3 S.	127° 13′	2124	Blauer Schlick	Grau	Sehr lose zusammenhänger
190	2° 19′ S.	126° 23′.5	4082	Roter Ton	„	Stark zus.
191	2° 8′.7 S.	126° 10′.4	2694	Blauer Schlick	„	Stark zus.
198	2° 49′.4 S.	126° 17′	4113	Roter Ton	„	Ziemlich stark zus.
208	5° 39′ S.	122° 12′	1886	Globigerinenschlamm	Grün	Sehr stark zus.
210	5° 28′ S.	121° 23′.5	2218	Blauer Schlick	Bräunlich	Stark zus.
211	5° 40′.7 S.	120° 45′.5	1158	Globigerinenschlamm	Grau	Ziemlich stark zus.
212	5° 54′.5 S.	120° 19′.2	462	„	Dunkel grünlich	Stark zus.
214	6° 30′ S.	121° 55′	2796	„	Grau	„ „
216	6° 49′ S.	122° 43′	2190	„	„	„ „
217	6° 40′.6 S.	123° 14′.7	2477	„	Bräunlich	„ „
218	6° 24′.2 S.	123° 39′.1	3912	Roter Ton	„	Sehr stark zus.
221	6° 24′ S.	124° 39′	2798	Globigerinenschlamm	„	Ziemlich lose zus.
222	6° 10′ S.	125° 35′.5	3215	„	„	„ stark „
223	5° 44′.7 S.	126° 27′.3	4391	Roter Ton	„	„ „ „
224	5° 34′ S.	127° 4′	2952	Vulkanischer Schlick	„	„ „ „
227	4° 50′.5 S.	127° 59′	2081	Globigerinenschlamm	„	Sehr lose zus.
				„	Grau	„ „ „
228	4° 32′.5 S.	128° 30′.5	2527	„	„	Ziemlich lose zus.
229	4° 23′ S.	128° 45′.5	1980	„	Bräunlich	Nicht zus.
233	3° 56′ S.	128° 25′.5	4489	Roter Ton	Grau	Ziemlich stark zus.
235	3° 42′ S.	129° 2′.9	1910	Vulkanischer Schlick	„	Stark zus.
238	4° 19′.5 S.	129° 20′.8	4428	Roter Ton	„	Ziemlich stark zus.
239	4° 12′ S.	129° 20′.4	4446	„ „	„	Stark zus.
242	4° 30′ S.	129° 20′	4237	„ „	„	Ziemlich stark zus.
245	4° 16′.5 S.	130° 15′.8	4956	„ „	„	Lose zus.
246	4° 38′ S.	130° 42′	5684	„ „	„	Ziemlich stark zus.
247	4° 41′.6 S.	131° 19′	4239	„ „	„	Sehr stark zus.
253	5° 48′.2 S.	132° 13′	304	Blauer Schlick	„	Stark zus.
254	5° 40′ S.	132° 26′	310	Globigerinenschlamm	Grünlich	Nicht „
256	5° 26′.6 S.	132° 32′	397	„	„	Lose „
262	5° 53′.8 S.	132° 48′.8	560	„	Grau	Sehr stark zus.
264	6° 8′.3 S.	132° 57′.8	2655	Blauer Schlick	Grünlich	„ „ „
265	6° 3′.8 S.	132° 52′.8	3026	Globigerinenschlamm	„	„ „ „
267	5° 54′ S.	132° 56′.7	984	„	„	Lose zus.
269	5° 49′.2 S.	133° 21′.7	2731	Blauer Schlick	Grau	Sehr stark zus.
270	5° 47′ S.	133° 39′	3565	„ „	Grünlich	Stark zus.
271	5° 46′.7 S.	134° 0′	1788	„ „	„	„ „
275	4° 52′.5 S.	128° 37′	4914	Roter Ton	„	Ziemlich lose zus.
286	8° 50′.2 S.	127° 2′.2	883	Blauer Schlick	Grau	„ stark „
289	9° 0′.3 S.	126° 24′.5	112	Seichtwasserablagerung	Bräunlich	„ „ „
291	9° 10′.3 S.	125° 55′.1	421	Blauer Schlick	Grau	Stark zus.
295	10° 35′.6 S.	124° 11′.7	2050	„ „	Bräunlich	Ziemlich stark zus.
297	10° 39′ S.	123° 40′	520	„ „	„	„ „ „
312	8° 19′ S.	117° 41′	274	Vulkanischer Schlick	Dunkel rötlich	„ lose „
314	7° 36′ S.	117° 30′.8	694	„ „	Bräunlich	Sehr lose zus.
316	7° 19′.4 S.	116° 49′.5	538	„ „	Grau	Lose zus.
319	6° 16′.5 S.	114° 37′	82	Seichtwasserablagerung	„	Ziemlich stark zus.

Petrographische Bezeichnung	Bezeichnung der frischen Proben in der Stations-Liste der Expedition und Anmerkungen
Sand mit einigen Schalen	
	Feiner bläulich-grüner Schlick.
	Bläulich grüner Schlick.
Ton mit einigen Schalen	„ „ „
einigen Schalen	
Schalen	Grüner Schlick; obere Schicht mehr flüssig und braun. Von der unteren Schicht war das Material zu geringfügig für Untersuchung.
Ton mit zahlreichen Schalen	Grober grauer Schlick; obere Schicht mehr flüssig und braun.
einigen Schalen	Feiner, grauer und grüner Schlick.
„ „	Grauer und grüner Schlick; obere Schicht mehr flüssig und braun.
Schalen	Fester grauer und grüner Schlick; obere Schicht mehr flüssig und braun.
„	Wie bei Stat. 216.
Ton mit einige Schalen	Fester bläulich-grauer Schlick; obere Schicht mehr flüssig und braun.
Schalen	Fester bläulich grüner Schlick mit Foraminiferen, bedeckt mit einer 5 cm dicken Schicht von braunem Schlick; oberste Schicht bestand aus Foraminiferen.
einigen Schalen	Wie bei Stat. 221 ohne die oberste Schicht.
„ „	Eine 14 cm. dicke Schicht aus braunem und schwarzem Schlick, nach unten gradweise in bläulich-grauen Schlick übergehend; die ganze Probe 28 cm dick.
Schalen	Bläulich grüner Schlick mit einer oberen Schicht von braunem Schlick. Die untere Schicht war nicht in genügender Menge vorhanden.
Sand mit zahlreichen Schalen	Grauer Schlick mit einer oberen Schicht von braunem Schlick, beide mit Sand gemischt.
einigen Schalen	Wie bei Stat. 227, aber ohne Sand; die braune Probe war zu gering für die Untersuchung.
t zahlreichen Schalen	Brauner und grauer Schlick mit vielem Sand.
	Feiner bläulich grüner Schlick.
	Grüner Schlick; obere Schicht (5 cm) braun.
	Eine obere Schicht von flüssigem dunkelgrünem Schlick; 2. Schicht (9 cm) braun, 3. Schicht sehr fein, bläulich grün.
	Wie bei Stat. 238.
	Obere Schicht: flüssiger, bläulich grüner Schlick; 2. Schicht: brauner Schlick (9 cm); 3. Schicht: bräunlich grüner, geballter Ton.
Ton mit Schalen	Spuren von bläulich grünem Schlick.
	Fester, feiner graugrüner Schlick mit einer ziemlich braunen oberen Schicht.
	Feiner, bläulich grüner Schlick mit einer oberen Schicht von flüssigem, braunem Schlick.
einigen Schalen	
Sand mit einigen Schalen	Feiner grauer Schlick.
einigen Schalen	
	Fester bläulich grüner Schlick; die obere Schicht mehr flüssiger und brauner Schlick.
einigen Schalen	
Sand mit Schalen	Grauer Schlick mit einer oberen braunen Schicht.
einigen Schalen	Bläulich grüner, teilweise harter Schlick (1 cm); obere Schicht gelblich brauner Schlick.
„ „	Feiner bläulich grüner Schlick.
„ „	Bläulich grauer Schlick aus einförmigem Aussehen.
	Bläulich grauer Schlick mit einer oberen, braunen Schicht.
einigen Schalen	
Ton mit zahlreiche Schalen	
einigen Schalen	Feiner, grauer Schlick (3 cm); obere Schicht mehr flüssig, braun, mit schwarzen Streifen.
Schalen	Weicher, grauer Schlick mit brauner, oberer Schicht.
Ton mit Schalen	
Sand mit einigen Schalen	
Ton „ „ „	Feiner, dunkelbrauner, sandiger Schlick.
einigen Schalen	Feiner gelbgrauer Schlick.

Man sieht, dass die grauen Proben in geringeren Tiefen stark über die braunen überwiegen, während die braunen in grösseren Tiefen bis 4000 m, also so lange sie noch kalkhaltig sind, relativ zahlreicher werden. Unterhalb dieser Tiefenstufe, wo die Proben beinahe ganz kalkfrei werden, ist die graue Farbe wieder sehr stark überwiegend. Dieses Verhältnis steht in einem merkwürdigen Gegensatz zu demjenigen, das in den offenen Meeren herrscht, wo nämlich die tiefsten Partien des Meeresbodens von Rotem Ton bedeckt sind, der geradezu durch seine starke rote oder braune Farbe ausgezeichnet ist. Die grünlichen Proben sind wie gewöhnlich besonders verbreitet in geringeren Tiefen; es lässt sich nachweisen, dass die Farbe in den meisten Fällen mit dem in den Proben vorkommende Glaukonit in Verbindung steht, welcher Bestandteil später näher besprochen werden soll.

Bei vielen Proben dieser Expedition macht sich ein Verhältnis geltend, das auch anderswo allgemein ist, nämlich dass die Proben aus verschiedenen Schichten von verschiedener Farbe bestehen, und beinahe immer in der Weise, dass eine dünne, obere Schicht bräunlich ist, während die unteren Partien grau und zugleich meistens von festerer Konsistenz sind. Proben aus zwei oder mehreren Schichten von verschiedener Farbe bestehend kommen, nach der Stations-Liste der Expedition, an beinahe allen Stationen im Banda-Meer und in den angrenzenden Teilen der Flores- und Arafura-Meere vor, während ausserhalb dieser Gegend nur an zwei Stationen in der Nähe der Südseite von Timor solche erwähnt worden sind. Da nur auf einer Station (Nr. 227) so viel von beiden Sorten gesammelt worden ist, dass es möglich wurde sie näher zu untersuchen, kann ich hier keine neuen Beiträge zur Erläuterung dieses merkwürdigen Verhältnisses geben, muss mich aber im Wesentlichen an das halten, was früher hinsichtlich dieser Sache bekannt geworden ist.

Es ist kaum zweifelhaft, dass die braune Farbe von einem Gehalt von Eisenoxydhydrat herrührt, das in den grauen Proben fehlt oder jedenfalls nur in ganz geringer Menge auftritt. Es ist auch ein allgemein bekanntes Phänomen, dass der graue Ton durch Oxydation in den braunen übergehen kann, wie auch dieser durch reduzierende Einwirkungen grau werden kann. Die Frage ist nun, in welchem Zustande der Ton ursprünglich auf dem Boden aufgelagert wird, und welcher der beiden chemischen Prozessen dort die grösste Rolle spielt.

Derjenige Ton, der vom Lande aus ins Meer transportiert wird, scheint in den meisten Fällen von grauer Farbe zu sein, wenn man einige Gegenden in der tropischen Zone ausnimmt, wo die Oberfläche mit Laterit bedeckt ist. In nördlicheren Gegenden sieht man beinahe überall, dass solche Tonmassen, die vom Meere oder von den Flüssen weggespült werden, von grauer Farbe sind, und dass auch derjenige Ton, dessen Ablagerung man direkt beobachten kann, wie es z. B. in der Marsche der Fall ist, grau ist. Es liesse sich nun denken, dass die Tonsubstanz durch den Transport nach den tieferen Partien des Meeres eine Farbenänderung unterginge; eine Beobachtung der Bodenproben wird aber zeigen, dass dies recht unwahrscheinlich ist. Im nördlichen atlantischen Ozean ist es die allgemeine Regel, dass die schwach kalkhaltigen Proben des Blauen Schlick grau sind, während die mehr kalkhaltigen braun sind, was auch in noch höherem Grade mit den Proben von Globigerinenschlamm der Fall ist. Wenn der Ton hier ursprünglich in braunem Zustand abgelagert wäre, müsste er also in der Gegend des Blauen Schlick einer Reduktion ausgesetzt worden sein, und eine solche müsste wohl am nächsten durch die Organismen hervorgebracht worden sein; es wird dann aber in diesem Falle recht

unverständlich, dass derselbe Prozess nicht auch im Globigerinenschlamm, der viel reicher an Organismen ist, stattgefunden haben sollte. Der Unterschied in Tiefe kann hier keine Rolle spielen, da es viele Proben von braunem Globigerinenschlamm gibt, die aus geringerer Tiefe herrühren als mehrere der Proben von Blauem Schlick, und es wird dann nichts anderes übrig bleiben als anzunehmen, dass der Ton ursprünglich grau war, und dass er in den braunen Proben oxydiert worden ist, was wohl am ehesten durch den Sauerstoff des Meereswassers selbst hervorgebracht sein muss. Dass der Blaue Schlick nicht ebenfalls oxydiert worden ist, kann darin liegen, dass er vielmal schneller als der Globigerinenschlamm abgesetzt worden ist und deshalb viel kürzere Zeit in Berührung mit dem Meereswasser war.

Ob der in dem Gebiete der Sundainseln abgelagerte Ton ursprünglich von rein grauer Farbe gewesen ist, ist nicht so ganz sicher; es scheint jedoch, dass die Bodenablagerungen selbst darauf deuten. Dasselbe Verhältnis, das oben angedeutet wurde, macht sich nämlich hier geltend, nämlich dass die Proben durchgehends mehr braun werden, wenn man sich vom Lande entfernt; von den am meisten terrigenen Proben, die in unmittelbarer Nähe des Landes genommen sind, und von welchen man also annehmen muss, dass sie verhältnismässig sehr schnell abgelagert sein müssen, haben die meisten eine rein graue oder grünlich graue Farbe, wie es z.B. mit Nr. 2 zwischen Madura und Java, mit Nr. 85 und 87 an der Westküste von Celebes, mit Nr. 137 dicht bei Halmaheira und mit Nr. 51 unmittelbar an der Westküste von Flores der Fall ist. Dagegen ist Probe, Nr. 312, die in einer Bucht in Sumbawa genommen ist, von bräunlicher Farbe, und hier muss man also annehmen, dass der nach dem Meere hinaustransportierte Ton an dieser Stelle eine ähnliche Farbe besitzt.

Das oben erwähnte Phänomen, dass viele der Proben aus zwei Schichten bestehen, eine untere graue und eine obere braune, hat eine sehr weite Verbreitung, und wird z.B. erwähnt sowohl von der norwegischen Nordatlantischen Expedition als auch von der Challenger-Expedition. Als typisch wird überall das Verhältnis erwähnt, dass die untere Schicht mehr kompakt und die obere mehr flüssig („liquid") ist. Murray meint, dass die braune Farbe die ursprüngliche sein soll, die durch die reduzierende Wirksamkeit der Organismen in den unteren Schichten grau geworden ist. Diese Annahme stimmt nicht mit dem oben angeführten überein und kann jedenfalls noch nicht als genügend bewiesen angenommen werden; viel natürlicher scheint die von Schmelck gegebene Erklärung zu sein, nach welcher die Schichtung durch einen Schlemmungsprozess auf dem Meeresboden entstanden ist. Wenn man einen in Wasser ausgerührten Ton in einem hohen Glase zu Boden fallen lässt, erhält man eine ganz ähnliche Schichtung, und man muss notwendigerweise annehmen, dass eine solche Bewegung oftmals die Sedimente des Bodens treffen kann, namentlich wenn grössere Tiere sich darauf bewegen. In diesem typischen Falle ist die Schichtung also als ein vorübergehendes Phänomen zu betrachten und hat keine geologische Bedeutung, insofern als dadurch keine dauernde Schichtung der Sedimente hervorgebracht wird.

Solche Fälle von Schichtung aber, die von der erwähnten, typischen abweichen, können dagegen nicht in dieser Weise erklärt werden und rühren wohl von lokalen Änderungen in den Bedingungen der Sedimentation her, vielleicht auch von Klimaänderungen, und man muss wohl annehmen, dass die in den verschiedenen Sedimentärgesteinen auftretenden Farbenänderungen durch solche Fälle ihre Erklärung finden.

Von den Proben der Siboga-Expedition weichen nur 5 von dem oben angegebenen, normalen Typus ab. Probe Nr. 221 besitzt ausser den beiden normalen Schichten noch dazu eine obere, aus Foraminiferen bestehend; Nr. 224 hat dieselbe Farbenverteilung wie sonst, hier wird aber ausdrücklich erwähnt, dass die beiden Schichten sandhaltig sind, wie die nähere Untersuchung auch ergeben hat; ferner dass die beiden genau dieselbe Konsistenz besitzen und deshalb nicht durch nachträgliche Sortierung hervorgebracht sein können. Endlich bestehen die sehr naheliegenden Proben, Nr. 238, 239 und 242, aus drei Schichten: einer oberen, dunkel grüngrauen, flüssigen, einer mittleren braunen und einer unteren, feinen, bläulich grünen oder bräunlich grauen. Diese Fälle lassen sich im Einzelnen nicht näher erklären.

Die Konsistenz der Proben in trockenem Zustande ist in der Tabelle (S. 4—7) durch eine Skala in 7 Stufen angegeben: sehr stark zusammenhängend, stark zus., ziemlich stark zus., ziemlich lose zus., lose zus., sehr lose zus. und nicht zusammenhängend, je nach der Leichtigkeit, mit der eine homogene Partie der Probe sich zerteilen lässt. Eine solche Bestimmung muss natürlich jedenfalls sehr subjektiv werden. Der Zusammenhangsgrad hängt natürlich am meisten von der Menge der Tonsubstanz ab und ist durchgehends am kleinsten in den stark kalkhaltigen Proben; doch gehören auch mehrere der Proben von Globigerinenschlamm zu den am meisten zusammenhängenden.

Die petrographische Beschaffenheit ist mit den für lose Ablagerungen gewöhnlichen Namen angegeben worden. Die Bezeichnungen Schlick (Mud) und Schlamm (Ooze) finde ich teils überflüssig und teils auch ganz unzutreffend. Gewöhnlich verbindet man mit diesen Bezeichnungen die Vorstellung, dass das Sediment grössere Mengen von organischer Substanz enthalten soll, so dass die Eigenschaften dadurch wesentlich beeinflusst werden sollen. Dies ist aber mit den Bodenproben gar nicht der Fall; sie unterscheiden sich in keiner Beziehung von solchen Sedimenten, die man gewöhnlich mit den Namen Ton, Sand etc. bezeichnet. Die Analysen, die mit verschiedenen Tiefseeproben vorgenommen sind, zeigen auch meistens recht geringe Mengen von organischen Substanzen. Die Klassifikation ist ohne Berücksichtigung der mechanischen Analyse der Sedimente vorgenommen worden; z.B. ist die Bezeichnung Ton gebraucht, wenn die Probe so fein ist, dass man keine gröberen Partikel wahrnimmt, wenn man sie mit den Fingern reibt, und wenn sie sich in feuchtem Zustand ganz plastisch verhält. Von dem Ton kommt man dann durch gradweise Übergänge durch sandigen Ton und tonigen Sand zum reinen Sand, welche Bezeichnung unabhängig davon gebraucht ist, ob die einzelnen Körner aus Mineralen oder aus kleinen Organismen bestehen. Die Bezeichnung „Schalen", deren Menge in den meisten Fällen angegeben ist, bedeutet nur solche Kalkschalen, die über Sandkorngrösse besitzen, und die sich aus der sonst mehr oder weniger homogenen Grundmasse deutlich hervorheben, wenn sie auch nicht stets unmittelbar sichtbar sind, sondern nur durch Reiben zwischen den Fingern merkbar werden. In zwei Fällen (Nr. 95 und 148) sind Spongiennadeln angeführt worden, weil sie in diesen Proben für die unmittelbare Betrachtung hervortretend sind.

Die Kalkhaltigheit der Proben ist durch den Apparat von Scheibler bestimmt worden. Da die Proben dieser Expedition durchgehends nur kleine Mengen von Kiselorganismen enthalten, bekommen diese Zahlen eine grosse Bedeutung dadurch, dass sie unmittelbar das Verhältnis zwischen den organischen und den unorganischen Bestandteilen der Proben angeben und dadurch

mehr als alles andere eine gute Einsicht geben in die Bedingungen, die bei der Ablagerung herrschend gewesen sind.

Dasjenige Phänomen, das am meisten auffällt, ist, dass nur die Proben ganz kalkfrei sind, die aus Tiefen von ca. 4000 m oder mehr herrühren, wo die Verhältnisse also derart sind, dass aller Kalk aufgelöst wird. Alle Proben aus geringeren Tiefen besitzen doch wenigstens 1 oder einige p. Ct. kohlensauren Kalk, während in nördlicheren Meeren sehr oft diejenigen Proben, die in unmittelbarer Landnähe genommen sind, vollkommen kalkfrei sind. Das reichere Tierleben in tropischen Gegenden zeigt sich also schon dadurch, dass selbst diejenigen Proben, in welchen man die grösst mögliche Ablagerung von terrigenem Material erwarten sollte, doch eine merkbare Menge von Organismen enthalten.

Das Verhältnis zwischen Kalkgehalt und Tiefe kann aus der folgenden Tabelle ersehen werden, in welcher die Proben der Challenger-Expedition, die innerhalb des hier behandelten Gebietes fallen (Nr. 191—199), mitgerechnet sind.

Tiefe in m	Zahl der Proben	p. Ct. $CaCO_3$ im Mittel
0—500	26	43,2
500—1000	16	38,0
1000—1500	12	31,2
1500—2000	10	32,2
2000—2500	11	24,0
2500—3000	9	25,7
3000—3500	4	23,6
3500—4000	4	8,4
> 4000	14	2,1

Im Ganzen sinkt also der Kalkgehalt recht regelmässig mit der Tiefe, im Anfang verhältnismässig langsam, bei 3500—4000 m aber sehr schnell. Im Vergleich mit den Proben der Challenger-Expedition ist die Kalkmenge im Ganzen verhältnissmässig gering, wie man auch natürlich in einer Gegend erwarten muss, in welcher die terrigenen Bestandteile der Landnähe wegen überall eine recht grosse Rolle spielen müssen. Besonders auffällig ist das Verhältnis, wenn man nur die tieferen Proben (mehr als 4000 m.) berücksichtigt; hier sind die meisten Proben vollkommen kalkfrei, und das Mittel ist, wie genannt, 2,1 p. Ct. Dagegen zeigen sämtliche 183 Proben der Challenger-Expedition von mehr als 4000 m Tiefe einen mittleren Kalkgehalt von 26,51 p. Ct., und hier ist der Unterschied so gross, dass er nicht allein durch die geringe Ablagerung von terrigenem Material in den Oceanen erklärt werden kann. Man muss hier zugleich schliessen, dass die kalklösende Fähigkeit des Meereswassers in den eingeschlossenen Bassins zwischen den Inseln des Archipels grösser ist als in den offenen Ozeanen.

Indessen ist die Tiefe bei weitem nicht der einzige Faktor, der für den Kalkgehalt entscheidend ist; dieser variiert namentlich sehr stark in den Proben von geringeren Tiefen. Unter 500 m hat man z.B. alle möglichen Werte von 0,9 bis 93,0 p. Ct. $CaCO_3$. Es ist hier namentlich die Entfernung vom Lande, die sich geltend macht. Da über dem ganzen, von der Expedition befahrenen Gebiete sehr zahlreiche Inseln zerstreut sind, sind es verhältnismässig wenige Proben, die in recht grosser Entfernung vom Lande genommen sind; von im Ganzen

136 Proben rühren nur 23 von Stationen her, deren Entfernung vom Lande mehr als 60 km beträgt. Da jedoch die kleinsten Inseln nur verhältnismässig wenig terrigenes Material zu liefern im Stande sind, muss man erwarten, dass diejenigen Proben, die in der Nähe dieser Inseln erhalten wurden, verhältnismässig kalkreich sein werden, während solche, die aus der Umgebung der grösseren Inseln herrühren, viel kalkärmer sein werden. Dies wird aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich sein, in welcher diejenigen Proben, die in einer grösserer Entfernung von den grösseren Inseln als 60 km genommen sind, für sich angegeben sind im Gegensatz zu allen übrigen. Die Abgrenzung zwischen grossen und kleinen Inseln ist natürlich recht willkürlich; zu der ersten Klasse sind gerechnet: Borneo, Celebes, Java, Neu-Guinea, Halmaheira, Buru, Ceram, Aru, Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Sumba und Timor.

Tiefe in m	In der Nähe von grösseren Inseln		Entfernt von grösseren Inseln	
	Zahl der Proben	p. Ct. $CaCO_3$ im Mittel	Zahl der Proben	p. Ct. $CaCO_3$ im Mittel
0—500	14	25,3	12	64,3
500—1000	7	19,4	9	48,9
1000—1500	5	33,0	7	29,9
1500—2000	3	15,9	7	39,2
2000—2500	4	16,0	7	28,6
2500—3000	1	18,9	8	26,7
3000—3500	0		4	23,6
3500—4000	1	7,0	4	8,8
> 4000	2	5,6	12	1,5

Diese Tabelle zeigt, dass die Proben aus der Nähe von grösseren Inseln durchgehends viel kalkärmer als die anderen sind; indessen bekommt man auch in dieser Weise kein genaues Bild der Verhältnisse im Einzelnen, was man auch wohl kaum irgendwo durch eine schematische Zusammenstellung erreichen kann. Der Sachverhalt ist nämlich dieser: während diejenigen Proben, die in grösserer Entfernung von den grösseren Inseln genommen sind, recht gleichartig sind, ist das bei weitem nicht der Fall mit der ersten Gruppe; die 14 Proben von weniger als 500 m Tiefe haben z.B. alle möglichen Werte von 0,9 bis 83,9 p.Ct. $CaCO_3$. Hier, wie sonst auch überall, macht sich die Lage in Beziehung zu grösseren Flüssen geltend; in der Nähe von diesen findet starke Sedimentablagerung statt, während Korallen und andere Organismen weniger gut gedeihen; an anderen Stellen herrschen entgegengesetzte Verhältnisse. In den grösseren Tiefen sind die einzelnen Proben etwas mehr gleichförmig, wie auch die Verschiedenheiten zwischen den beiden obigen Hauptgruppen hier weniger werden.

Man sollte von vorne herein erwarten, dass die Proben, die aus Gegenden mit grosser Vulkanwirksamkeit herrühren, kalkärmer als die übrigen sein sollten, da sie eine grosse Menge vulkanischer Asche enthalten können ausser dem gewöhnlichen, von der Erosion hergebrachten Material. Dieses Verhältnis macht sich indessen nicht deutlich geltend in diesem Gebiete, wo so viele andere Faktoren störend eingreifen.

Die Klassifikation der Proben nach dem von Murray gegebenen System ist hier mit grossen Schwierigkeiten verbunden, da dieses System, dessen einzelne Gruppen an und für sich

ziemlich unvollkommen definiert sind, am besten auf die Proben der offenen Meere verwendbar ist, wo die Sedimente viel mehr typisch ausgebildet sind, als es in Binnenmeeren der Fall ist.

Die Seichtwasserablagerungen sind hier, wie gewöhnlich, durch ihre Lage oberhalb der 200 m Kurve bestimmt; diese Grenze hat sich auch hier als ganz natürliche erwiesen. Es gehören im Ganzen hierher 13 Proben, die ganz ausserordentlich variierend sind; als Gegensätze kann man an der einen Seite nehmen die Probe Nr. 154, welche die kalkreichste von allen ist und wesentlich aus Bruchstücken von Korallen und anderen Kalkorganismen besteht, und an der anderen Seite die Probe Nr. 2, die nur 1,4 p.Ct. $CaCO_3$ besitzt und ein grauer, stark zusammenhängender Ton ist. Zwischen diesen Proben finden sich alle möglichen Übergänge.

Von den terrigenen Sedimenten finden sich drei der Gruppen von MURRAY, nämlich Blauer Schlick, Vulkanischer Schlick und Korallen-Schlick oder -Sand, während die beiden anderen, Roter Schlick und Grüner Schlick, nicht vertreten sind, jedenfalls nicht in ihrer typischen Form.

Die beiden Gruppen: Blauer und Vulkanischer Schlick, haben eine ausserordentlich grosse Ähnlichkeit mit einander; von dem Globigerinenschlamm und dem Korallen-Sand und -Schlick werden sie durch den geringeren Kalkgehalt unterschieden, indem hier, wie auch sonst, die Grenze bei 30 p.Ct. $CaCO_3$ gesetzt ist. Die Trennung zwischen Blauem und Vulkanischem Schlick ist nicht besonders klar von MURRAY angegeben worden; es heisst dort auf Seite 240: „Around oceanic islands of volcanic origin the deposits consist in a large measure of the rocks and minerals arising from the disintegration of the volcanic rocks of the island. — They are light grey, brown, or black in colour, and have an earthy rather than a clayey character. These deposits may be found along any coast where volcanic rocks prevail, but they are characteristically developed around the volcanic islands of the great ocean basins". Wenn man diese Beschreibung mit derjenigen vom Blauem Schlick vergleicht (S. 229), ist es nicht möglich einen anderen Unterschied zu finden als den, dass von der letztgenannten Bodenart angegeben wird, dass sie in feuchtem Zustand eine blaue Farbe besitzt, und dass Mineralien vulkanischen Ursprungs nicht unter deren Bestandteile genannt werden (S. 231). Wenn man die Tabelle über die einzelnen Proben durchsieht, wird man sehen, dass der vulkanische Schlick sehr oft als blau gefärbt angegeben wird, während der blaue Schlick oftmals sogar ausschliesslich Mineralien vulkanischen Ursprungs enthält. Von den Proben, die innerhalb der vulkanischen Gegend der Siboga-Expedition fallen, ist z.B. Nr. 139, Süd-Ost von Banda, als "Volcanic mud, blue grey, coherent, homogeneous, fine grained" etc. bezeichnet, während Nr. 195, westlich von Banda als „Blue mud, blue grey, coherent, homogeneous, fine grained" etc. bezeichnet ist, und beide enthalten ausschliesslich vulkanische Mineralien. Ich habe vorgezogen alle terrigenen Proben, deren Mineralien ganz oder überwiegend vulkanisch sind, als Vulkanischen Schlick zu bezeichnen, während alle übrigen Blauer Schlick genannt sind.

Im Ganzen sind von der Siboga-Expedition 21 Proben von Blauem Schlick genommen worden, deren Verbreitung aus der beigefügten Karte ersehen werden kann. Hinsichtlich der Farbe sind die meisten als in trocknem Zustand grau bezeichnet worden, während 5 grünlich und ganz wenige bräunlich oder rötlich sind. Hinsichtlich der Konsistenz ist der Blaue Schlick mehr zusammenhängend als irgend eine andere Klasse, wie daraus hervorgeht, dass die

gewöhnliche Bezeichnung, für ihn „stark oder ziemlich stark zusammenhängend" ist. Hinsichtlich der petrographischen Konsistenz sind die meisten Proben vollkommen tonähnlich, weshalb die Bezeichnung Schlick hier besonders unmotiviert ist. Die Tiefe, aus welcher die Proben herrühren, variiert von 304 bis 3702, im Mittel 1673 m; der Kalkgehalt variiert von 2,4 bis 29,3, im Mittel 13,0 p.Ct.

Zum Vulkanischen Schlick sind im Ganzen 22 Proben gerechnet worden, die in den meisten Eigenschaften, wie oben genannt, mit dem Blauem Schlick grosse Ähnlichkeit besitzen; die meisten sind im trockenen Zustand als grau bezeichnet, nur 5 sind bräunlich und 1 rötlich. Keine ist von grünlicher Farbe und eine Betrachtung über die Verbreitung des Glaukonits in den Proben, wie sie weiter unten näher beleuchtet werden soll, wird das eigentümliche Resultat liefern, das auch mit den Beobachtungen von MURRAY übereinstimmt, dass Vulkanischer Schlick nur wenig Glaukonit enthält, während dieser Bestandteil eine recht grosse Verbreitung in den meisten anderen Arten von Grundproben hat. Hinsichtlich der Konsistenz ist der Vulkanische Schlick etwas weniger zusammenhängend als der Blaue Schlick, und die gewöhnliche Bezeichnung für ihn ist „ziemlich stark zusammenhängend". Die Tiefe variiert von 274 bis 3302, im Mittel 1399 m, und der Kalkgehalt von 0,9 bis 29,8, im Mittel 13,2 p.Ct.

Zum Korallen-Schlick und -Sand sind im Ganzen nur 6 Proben gerechnet; vielleicht dürften einige der Proben, die als Globigerinenschlamm bezeichnet sind, mit hierher gerechnet werden. Die Grenze zwischen diesen beiden Klassen ist aber ausserordentlich schwierig zu ziehen, da es nicht möglich ist bestimmt zu entscheiden, ob pelagische Foraminiferen oder andere Kalkorganismen den wesentlichsten Bestandteil einer Probe ausmachen. Die Farbe dieser Ablagerungen ist meistens grau; der Zusammenhangsgrad ist, auch im Vergleich mit Korallenschlick von anderen Gegenden, ausserordentlich gering. Die Tiefe variiert von 289 bis 1270, im Mittel 579 m, der Kalkgehalt variiert von 48,7 bis 91,9, im Mittel 79,0 p.Ct.

Der Globigerinenschlamm von dieser Expedition kann im Ganzen nicht als sehr typisch angesehen werden, da er in den meisten Fällen stark mit terrigenem Material gemischt ist; in seiner am meisten typischen Form wird er in der Gegend südlich von Celebes und in einem kleinerem Distrikt südlich von Ceram gefunden. Die einzelnen Proben von anderen Stellen, die als Globigerinenschlamm bezeichnet sind, wie z.B. die Proben im Halmaheira-Meer, stehen in verschiedenen Beziehungen dem Korallenschlick recht nahe. In geringerer Tiefe und näher dem Lande geht der Globigerinenschlamm entweder gradweise in den Blauen und den Vulkanischen Schlick über, indem der Kalkgehalt gradweise abnimmt, oder aber an einzelnen anderen Stellen in den Korallenschlick, in welchem Falle der Kalkgehalt gradweise zunimmt. Nach unten verschwindet der Kalkgehalt beinahe auf einmal in einer Tiefe von 4000 m. Von den Proben der Siboga-Expedition sind 27 als Globigerinenschlamm bezeichnet worden, und von diesen sind 11 grau, 3 bräunlich und 7 grünlich, während 6 grau mit einer oberen, braunen Schicht. Im Ganzen ist diese Bodenart diejenige, die das meiste Glaukonit enthält. Hinsichtlich der Konsistenz ist der Globigerinenschlamm so variierend als möglich, indem einige der Proben zu den am meisten tonigen und zusammenhängenden gehören, während andere vollkommen sandig sind. Die Tiefe variiert von 310 bis 2215, im Mittel 1552 m, der Kalkgehalt von 30,4 bis 81,4, im Mittel 50,0 p.Ct.

Wie mehrmals erwähnt wurde, verschwindet der kohlensaure Kalk in den Proben beinahe vollkommen, wenn man eine Tiefe von 4000 m erreicht hat. Der Übergang ist namentlich auffällig in der Gegend des Globigerinenschlamms, aber auch beim Blauen und Vulkanischen Schlick ist der Unterschied in hohem Grade merkbar. Es existiert kaum ein anderes Gebiet in der Welt, in welchem dieser Übergang bei einer so gleichartiger Tiefe eintritt; nur eine der Proben, nämlich Nr. 245, südlich von Ceram, macht eine Ausnahme, indem sie, obgleich aus einer Tiefe von ca. 5000 m herrührend, doch 12,8 p. Ct. $CaCO_3$ enthält. Mit Ausnahme von dieser enthalten die übrigen Proben aus mehr als 4000 m Tiefe im Mittel nur 1,3 p. Ct. $CaCO_3$, während sie, wie oben dargelegt wurde, zwischen 3500 und 4000 m. 8,4 p. Ct. enthalten und zwischen 3000 und 3500 m 23,6 p. Ct. Die Auflösung des Kalkes fängt also deutlich genug schon bei einer Tiefe von ca. 3500 m an, ist aber erst vollkommen bei 4000 m.

Wenn man diese Tiefe mit den entsprechenden in den offenen Ozeanen vergleicht, sieht man, dass sie viel geringer ist, als es allgemein der Fall ist. Philippi (Ztsch. d. d. geol. Gesell. 60, 1008, 356) hat die Theorie aufgestellt, dass die verschiedenartige Lage der Grenze zwischen den beiden Bodenarten mit der Beschaffenheit des Bodenwassers in Verbindung stehen sollte, in der Weise, dass dieses seinen gesamten Sauerstoff vom antarktischen Oberflächenwasser beziehe, das zum Boden sinke und diesem entlang in allen Ozeanen weiter wandere. Während dieser Wanderung werde der Sauerstoff durch die Zersetzung der organischen Substanzen verbraucht, und dadurch in Kohlensäure umgewandelt, die dann ihrerseits den kohlensauren Kalk des Meeresbodens auflöse. Hierdurch werde das Phänomen erklärt, dass die obere Grenze des Roten Tons am höchsten (2—3000 m) in den antarktischen Meeren liege, bedeutend tiefer (4700—5000 m) im indischen und im westlichen Teil des südatlantischen Ozeans und am aller tiefsten (ca. 6000 m) im nordatlantischen und im östlichen Teil des südatlantischen Ozeans, an welcher letzten Stelle das Bodenwasser durch unterseeische Schwellen von der freien Verbindung mit dem antarktischen Ozean ausgeschlossen ist, weshalb die Bodentemperatur hier auch um 1—2° höher ist als im westatlantischen Ozean. Philippi zieht aus diesen Verhältnissen sehr weitgehende geologische Schlüsse, hinsichtlich derer auf die Abhandlung selbst hingewiesen werden muss.

Die beiden tiefen Bassins, die sich zwischen den Inseln des Archipels finden, nämlich die Celebes- und die Banda-See, sind vom offenen Ozeane durch unterseeische Rücken abgesperrt und haben deshalb verhältnismässig hohe Bodentemperaturen, nämlich bezw. 3,7 und 3° (nach Max Weber's vorläufigem Berichte in Petermanns Mitt. 1900, Heft 8). Man sollte also hier erwarten, dass die Obergrenze des Roten Tons in besonders grosser Tiefe läge; wenn man nun aber sieht, dass diese Tiefe in Wirklichkeit bedeutend geringer ist als die entsprechende in den Ozeanen, muss man annehmen, dass das Bodenwasser, wenigstens in diesen abgesperrten Bassins, seine Kohlensäure aus anderen Quellen muss beziehen können als aus der von Philippi angegebenen. Welche diese Quellen sind, lässt sich kaum sicher entscheiden; man kann wohl am nächsten vermuten, entweder dass der Sauerstoff oder die Kohlensäure von oben durch die Wasserschichten diffundieren können, oder dass die Kohlensäure von unterseeischen Vulkanen herrühren kann, deren Existenz ja recht wahrscheinlich ist in diesen ausserordentlich vulkanischen Gegenden.

Während die untere Grenze für den Roten Ton in der Banda-See ziemlich genau zu 4000 m angegeben werden kann, ist es in der Celebes See, der wenigen Bodenproben wegen, nur möglich dieselbe mit recht weiten Grenzen zu bestimmen. Einerseits hat die Station 92 mit einer Tiefe von 3975 m 0 p.Ct. $CaCO_3$, während andererseits Nr. 128 mit 1645 m 29,8 p.Ct. hat. Es ist also hier sehr wohl möglich, dass der kohlensaure Kalk in viel geringerer Tiefe, als sonst irgendwo bekannt ist, aufhören kann.

„Es ist mit sehr grossem Bedenken verbunden gewesen, dass ich die hier behandelten Proben dem „Roten Ton" zugerechnet habe, da sie mit Ausnahme von der einen Eigenschaft, dass sie wegen der grossen Tiefe kalkfrei sind, kaum etwas mit den Proben von dieser Bodenart von den offenen Meeren gemeinsam haben, und in Wirklichkeit in den meisten Beziehungen sehr nahe mit dem Blauen Schlick und dem Vulkanischen Schlick verwandt sind. Murray hat auch diese Proben zum Blauen Schlick hingerechnet. Dies würde indessen zu ganz merkwürdigen Konsequenzen führen; wenn man nämlich eine vollständige Serie von Proben von den beiden tiefen Binnenmeeren, der Banda- und der Celebes See, hätte, würde es sich wahrscheinlicherweise zeigen, dass man zu äusserst, dem Lande am nächsten, einen Ring von Blauem Schlick hätte, innerhalb dieses einen anderen von Globigerinenschlamm und in der Mitte eine Partie mit Rotem Tot. Wenn man nun diesen als Blauen Schlick bezeichnen würde, hätte man also zwei Regionen von Blauem Schlick, die von einander durch den Globigerinenschlamm gänzlich getrennt wären, was recht paradoxal aussehen würde. Auf der anderen Seite finde ich nicht, dass es genügenden Grund dafür gibt eine neue Bezeichnung für diese Proben einzuführen, wodurch man nur grössere Konfusion verursachen würde. Ich habe also den Namen „Roter Ton" gebraucht, wobei ich jedoch ausdrücklich bemerke, dass es eine äusserst abweichende, terrigene Varietät dieser Bodenart ist.

Zum „Roten Ton" sind 13 Proben hinzugerechnet worden, die im Ganzen recht wenig variierend sind; die Farbe ist meistens grau, bisweilen mit einer oberen, blauen Schicht; der Zusammenhangsgrad ist recht gross, indem die meisten Proben als ziemlich stark zusammenhängend bezeichnet sind. Die Tiefe variiert von 3912 bis 5684 m, im Mittel 4469 m. Die meisten Proben sind vollkommen kalkfrei; doch steigt der Kalkgehalt bis zu 23,9 p.Ct., und ist im Mittel 4,4 p.Ct.

Auf der beigefügten Karte ist in grossen Zügen die Verbreitung der verschiedenen Bodenarten eingezeichnet; eine einigermaassen vollständige Karte lässt sich natürlich nicht für dieses Gebiet geben, da dasselbe ausserordentlich variierend ist und zerteilt in eine Menge von kleinen Bassins, in welchen sich die Tiefen manchmal in ganz kurzer Entfernung ausserordentlich ändern.

Die Seichtwasserablagerungen, die ja natürlich jedes Land rings umgeben müssen, haben in den meisten Fällen in dem hier behandelten Gebiet eine sehr geringe Ausdehnung, und nur im westlichen und im südostlichen Teile der Karte finden sich Partien der beiden grossen Shelfe, die einerseits Borneo, Java und Sumatra mit Asien, andererseits Neu-Guinea mit Australien verbinden.

Die Ablagerungen im Pazifischen Ozean sind nach Murray eingezeichnet worden; doch ist der grösste Teil des Blauen Schlick durch Vulkanischen Schlick ersetzt worden, und nur an der Nordseite von Neu-Guinea ist der Blaue Schlick behalten worden.

Die Mitte der Celebes See ist mit „Rotem Ton" bedeckt, während in den äusseren Teilen nach Westen Blauer Schlick und nach Osten Vulkanischer Schlick vorkommt.

Die Molukken-Passage wird von Vulkanischen Schlick, der nach Süden in Blauen Schlick übergeht, bedeckt. In der Karte von MURRAY ist hier ein langer Streifen von Globigerinenschlamm angegeben, der von Pazifischen Ozean sich gegen die Sula-Inseln erstreckt. Ich kann keinen Beweis für die Existenz dieser Ablagerung finden; dagegen findet sich in diesem Areal die Probe 135 der Siboga-Expedition, die 16,5 p.Ct. $CaCO_3$ enthält, und ich habe es deswegen für das richtigste gehalten den Globigerinenschlamm hier ganz wegzulassen.

Der Boden der Halmaheira-See ist von MURRAY als Korallenschlick angegeben worden. Einige der mir vorliegenden Proben sind jedenfalls typischer Globigerinenschlamm, weshalb ich es auch vorgezogen habe eine Zunge von dieser Ablagerung vom Grossen Ozean hineinzuziehen.

Die Makassar-Strasse ist grösstenteils von Blauem Schlick bedeckt, nur im südlichen Teil fangen die Seichtwasserablagerungen an, die von hier ab sich durch die Java-See erstrecken.

Die Bali- und Flores-See werden von Vulkanischem Schlick bedeckt. Nur im nördlichen Teil der letztgenannten findet sich Globigerinenschlamm, der vom südlichen Teil der Makassar-Strasse aus sich wie ein Gürtel südlich von Celebes bis in die Banda-See hineinerstreckt, wo er im tiefen Wasser verschwindet um vom „Roten Ton" ersetzt zu werden. Die Verbreitung dieser letzteren Bodenart ist sehr unregelmässig und ist durch den Verlauf der 4000 m Kurve bestimmt; die seichteren Teile der Banda-See werden gegen Westen und Süden von Vulkanischen Schlick und gegen Norden und Osten von Blauen Schlick bedeckt. Westlich von Banda findet sich eine kleinere, isolierte Partie von Globigerinenschlamm.

Der Indische Ozean ist wesentlich nach MURRAY gezeichnet, nur mit der Ausnahme, dass der Blaue Schlick im ganzen westlichen Teil durch Vulkanischen Schlick ersetzt worden ist.

Auf der Karte ist auch die Verbreitung des vulkanischen Materials eingezeichnet worden. Die Linie, die dieses umgrenzt, fällt, in Übereinstimmung mit dem oben (S. 13) erörterten, mit der Grenze zwischen Blauem und Vulkanischem Schlick zusammen, überquert dagegen die anderen Bodenarten. Der nähere Verlauf dieser Linie wird in einem späteren Abschnitt erörtert werden.

III. DIE MECHANISCHE ZUSAMMENSETZUNG DER PROBEN.

Die Trennung der verschiedenen Korngrössen in den Proben ist teils durch Sieben, teils durch Schlämmen vorgenommen worden, und hierdurch sind die Proben in die folgenden Gruppen zerlegt worden: < 0,05 mm, 0,05—0,5 mm, 0,5—1 mm, 1—2 mm, 2—4 mm und > 4 mm. Eine Trennung des feinsten Produktes in mehrere Teile, wie es gewöhnlich gemacht wird, habe ich nicht als praktisch empfunden. Teils ist der Arbeit nämlich recht langweilig, und teils ist der Ton in diesen Proben oftmals durch verschiedene chemische Einwirkungen so zusammenhängend geworden, dass ein Schlämmen keinen Begriff von der Menge des losen Tons, der ursprünglich abgelagert wurde, geben kann.

Während die feinsten Bestandteile nicht weiter sortiert sind, sind die 5 gröberen in 3 Teile, je nach den verschiedenen Grundbestandteilen, zerteilt worden, nämlich 1) Organismen, 2) Terrigene Bestandteile (in den Tabellen „Minerale" genannt) und 3) Konkretionen. Diese Trennung ist durch unmittelbare Zählung einer bestimmten Menge Körner vorgenommen worden, welche Zählung meistens zwei Mal ausgeführt werden muss, erstens ohne Behandlung mit Säure, um die Menge der Kalk-Organismen und -Konkretionen zu ermitteln, und zweitens nach der Behandlung mit verdünnter Salzsäure um die Menge der Glaukonitkonkretionen bestimmen zu können, die meistens in den Schalen der Foraminiferen versteckt sind.

Um eine bessere Übersicht zu bekommen, sind die einzelnen Bodenarten getrennt zusammengestellt in den nachfolgenden Tabellen.

1. Seichtwasserablagerungen.

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
2	99,3	0,0 0,5 —	0,5	0,1 — 0,1	0,2		—		—		—
14	4,2	32,7 0,8 0,9	34,4	14,6 — 0,5	15,1	13,3 — —	13,3	12,9 — —	12,9	20,1 — —	20,1

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
15	24,9	26,3 9,8 7,5	43,6	21,8 0,1 0,6	22,5	7,0 0,0 0,0	7,0	1,6 0,0 —	1,6	0,4 — —	0,4
16	95,2	2,4 1,1 0,1	3,6	0,4 0,0 0,1	0,5	0,4 — —	0,4	0,3 — —	0,3		—
49a	89,2	0,1 1,4 —	1,5	0,0 0,3 —	0,3	0,0 0,0 —	0,0		—		—
51	9,0	13,4 33,6 —	47,0	5,6 12,1 —	17,7	5,5 7,1 —	12,6	5,0 5,2 —	10,2	1,7 1,8 —	3,5
77	30,9	26,4 19,1 —	45,5	6,4 — 0,1	6,5	6,8 — —	6,8	5,0 — —	5,0	5,3 — —	5,3
125	7,8	7,6 2,9 —	10,5	7,9 0,2 —	8,1	49,8 — —	49,8	23,8 — —	23,8		—
154	5,1	27,9 1,0 2,2	31,1	12,3 — 0,1	12,4	17,8 — —	17,8	21,8 — —	21,8	11,8 — —	11,8
167	66,1	13,2 19,7 —	32,9	0,7 — —	0,7	0,3 — —	0,3		—		—
289	40,2	13,1 5,7 0,8	19,6	14,9 2,0 0,1	17,0	13,3 1,3 0,1	14,7	5,3 0,6 —	5,9	2,4 0,2 —	2,6
319	88,9	6,5 1,7 —	8,2	1,0 — 0,0	1,0	1,0 — —	1,0	0,5 0,0 —	0,5	0,4 — —	0,4
Mittel	45,7	14,1 8,1 1,0	23,2	7,2 1,2 0,1	8,5	9,6 0,7 0,0	10,3	6,3 0,5 —	6,8	3,5 0,2 —	3,7

Wie aus der Tabelle hervorgeht, sind die Proben ausserordentlich ungleichartig. Ein grosser Teil ist von sehr grober Konsistenz und wird wesentlich aus organischen Bestandteilen in allen möglichen Grössen zusammengesetzt (Korallenstücke, Foraminiferen u. s. w.). Die Menge der terrigenen Bestandteile ist, wie man erwarten konnte, gross, während die konkretionären Bestandteile nur einen geringen Procentteil ausmachen.

2. Blauer Schlick.

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
83	97,9	0,2 1,9 —	2.1		—		—		—		—
84	99,8	0,0 0,0 0,2	0,2		—		—		—		—
85	99,7	0,1 0,0 0,2	0,3	— — 0,0	0,0		—		—		—
87	99,2	0,1 0,7 —	0,8	— — 0,0	0,0		—		—		—
88	99,1	0,4 0,1 0,0	0,5	0,0 0,0 0,1	0,1	0,0 — 0,1	0,1	— — 0,2	0,2		—
173	94,6	3,7 1,2 0,3	5,2	0,1 0,0 0,0	0,1	0,1 0,0 0,0	0,1		—		—
175	99,9	0,0 0,1 0,0	0,1		—		—		—		—
178	89,2	1,1 9,6 —	10,7	0,1 0,0 —	0,1	0,0 0,0 0,0	0,0		—		—
182	96,8	0,2 3,0 —	3,2		—		—		—		—
210	98,6	1,0 0,1 0,0	1,1	0,3 0,0 0,0	0,3	0,0 — —	0,0		—		—
253	91,2	5,7 0,0 0,4	6,1	0,9 0,0 0,3	1,2	0,7 0,1 0,5	1,3	0,2 0,0 0,2	0,2		—
264	87,6	4,0 0,3 8,1	12,4		—		—		—		—

Stationsnummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
269	99,2	0,5 0,0 0,2	0,7	0,1 0,0 0,0	0,1	0,0 — 0,0	0,0		—		—
270	99,2	0,2 0,6 0,0	0,8		—				—		—
271	98,3	0,5 0,7 0,4	1,6	0,1 — —	0,1				—		—
286	85,6	6,8 3,8 1,0	11,6	2,6 0,0 0,0	2,6	0,1 — —	0,1	0,1 — —	0,1		—
291	99,6	0,1 0,3 0,0	0,4	0,0 0,0 —	0,0		—		—		—
295	99,6	0,3 0,1 0,0	0,4		—				—		—
297	87,8	10,5 0,3 0,9	11,7	0,5 0,0 —	0,5		—		—		—
Mittel	95,9	1,9 1,2 0,6	3,7	0,3 0,0 0,0	0,3	0,1 0,0 0,0	0,1	0,0 0,0 0,0	0,0		—

Die Proben des Blauen Schlick haben eine recht einförmige Zusammensetzung und sind durchgehends sehr fein. Das Verhältnis zwischen Organismen und Mineralien in sämtlichen Bestandteilen von mehr als 0,05 mm Durchmesser ist beinahe dasselbe wie in den Seichtwasserablagerungen, beide sind aber in geringerem Maasse vertreten. Die Menge der Konkretionen ist noch kleiner als in der vorigen Gruppe, ist aber grösser im Verhältnis zur Menge der Mineralkörner, wie man auch erwarten konnte, wenn man vom seichterem Wasser zum tieferen kommt.

3. Vulkanischer Schlick.

Stationsnummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
5	72,8	15,7 11,3 —	27,0	0,2 0,0 —	0,2		—		—		—

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
17	98,7	0,2 1,1 0,0	1,3		—		—		—		—
18	98,3	0,4 1,3 —	1,7	0,0 — —	0,0		—		—		—
48	74,3	7,4 17,3 —	24,7	0,2 0,7 —	0,9	0,0 0,1 —	0,1	0,0 — —	0,0		—
55	97,8	0,9 0,6 0,2	1,7	0,0 0,1 0,1	0,2	— — 0,2	0,2	— — 0,1	0,1		—
63	98,3	1,4 0,1 0,0	1,5	0,2 0,0 0,0	0,2		—		—		—
70	95,0	2,2 0,4 —	2,6	2,2 — 0,0	2,2	0,2 — 0,0	0,2		—		—
76	99,9	0,0 0,0 0,1	0,1	0,0 0,0 0,0	0,0		—		—		—
128	56,0	6,9 20,3 —	27,2	16,5 — 0,0	16,5	0,2 — 0,0	0,2	0,1 — —	0,1		—
132	98,4	0,1 1,5 —	1,6		—		—		—		—
135	66,3	12,8 20,2 —	33,0	0,2 0,3 0,0	0,5	0,0 0,0 0,1	0,1	— — 0,1	0,1		—
137	88,9	0,3 10,7 —	11,0	0,1 0,0 0,0	0,1		—		—		—
139	94,1	0,9 1,8 0,0	2,7	0,3 0,1 0,1	0,5	0,2 0,2 0,0	0,4	0,8 0,4 —	1,2	0,7 0,4 —	1,1
143	99,1	0,4 0,4 0,0	0,8	0,1 0,0 0,0	0,1		—		—		—

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
224	89,9	7,5 2,3 —	9,8	0,3 — 0,0	0,3	0,0 — —	0,0		—		—
235	98,5	0,8 0,6 —	1,4	0,1 0,0 0,0	0,1		—		—		—
312	71,5	15,0 7,5 —	22,5	0,3 2,6 —	2,9	0,2 1,5 —	1,7	0,2 0,5 —	0,7	0,2 0,5 —	0,7
314	79,4	5,6 13,2 —	18,8	0,3 0,4 —	0,7	0,1 0,2 —	0,3	0,1 0,2 —	0,3	0,2 0,3 —	0,5
316	86,1	1,3 11,8 —	13,1	0,6 0,2 —	0,8	0,0 — —	0,0		—		—
Mittel	87,5	4,2 6,4 0,0	10,6	1,1 0,3 0,0	1,4	0,1 0,1 0,0	0,2	0,1 0,1 0,0	0,2	0,0 0,1 0,0	0,1

Ein Vergleich zwischen dem Blauen und dem Vulkanischen Schlick zeigt, dass die letztgenannte Bodenart viel mehr grobe Bestandteile enthält als die erste. Dies kann wohl teilweise auf Zufälligkeiten beruhen; es ist nämlich nicht leicht einzusehen, weshalb die Menge der Organismen im Vulkanischen Schlick grösser als im Blauen sein sollte, während es dagegen recht natürlich ist, dass der Vulkanische Schlick verhältnismässig grosse Mengen von terrigenen Bestandteilen enthält, da er ausser dem Material, das durch Erosion ins Meer hinausgebracht wurde, auch eine nicht genauer bestimmbare Menge, die von Aschenfällen herrührt, enthalten kann. Sehr charakteristisch ist die ausserordentlich geringe Rolle, die die konkretionären Elemente im Vulkanischen Schlick spielen. Wie MURRAY gezeigt hat, fehlt der Glaukonit so gut wie gänzlich in dieser Bodenart, und dasselbe ist auch in den hier behandelten Proben der Fall.

4. Korallen-Schlick und -Sand.

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
59	12,7	27,5 0,4 0,3	28,2	45,1 0,4 0,0	45,5	9,8 — 0,9	10,7	1,6 — 0,2	1,8	1,0 — 0,1	1,1

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
95	20,2	52,1 3,6 —	55,7	13,4 0,1 0,0	13,5	5,0 0,1 —	5,1	2,9 — —	2,9	2,6 — —	2,6
101	90,1	5,5 3,9 0,1	9,5	0,3 — 0,0	0,3	0,1 — 0,0	0,1		—		—
102	43,9	47,7 5,2 —	52,9	1,4 — 0,1	1,5	0,9 — —	0,9	0,3 — —	0,3	0,5 — —	0,5
156	3,7	28,1 0,7 1,9	30,7	28,7 0,1 1,0	29,8	23,0 0,1 0,3	23,4	9,5 — 0,2	9,7	2,7 — —	2,7
Mittel	34,2	32,2 2,8 0,4	35,4	17,8 0,1 0,2	18,1	7,8 0,0 0,2	8,0	2,8 — 0,1	2,9	1,4 — 0,0	1,4

Diese Bodenart ist durch die sehr grosse Menge organischer Bestandteile ausgezeichnet, die viel grösser als in den anderen Bodenarten ist. In Beziehung zur Menge der Mineralien und Konkretionen unterscheidet sie sich nicht wesentlich von dem Blauen Schlick.

5. Globigerinenschlamm.

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
52	25,6	38,8 24,1 1,9	64,8	9,2 0,0 0,1	9,3	0,3 — —	0,3		—		—
68	99,3	0,5 0,0 —	0,5	0,1 0,0 0,1	0,2		—		—		—
69	68,6	23,5 1,4 0,7	25,6	5,7 — 0,1	5,8		—		—		—
74	32,5	40,2 24,3 —	64,5	1,6 — 0,0	1,6	0,9 0,0 0,0	0,9	0,5 — —	0,5		—
148	97,3	1,5 0,9 0,2	2,6	0,1 0,0 0,0	0,1		—		—		—

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. / Min. / Konk.	Summe	Org. / Min. / Konk.	Summe	Org. / Min. / Konk.	Summe	Org. / Min. / Konk.	Summe	Org. / Min. / Konk.	Summe
151	82,7	15,9 / 0,2 / 0,3	16,4	0,7 / — / 0,0	0,7	0,2 / — / 0,0	0,2		—		—
159	14,8	63,7 / 0,2 / 12,5	76,4	7,5 / — / 0,3	7,8	0,7 / — / —	0,7	0,3 / — / —	0,3		—
161	49,9	33,2 / 4,3 / 7,9	45,4	4,1 / 0,0 / 0,1	4,2	0,5 / — / 0,0	0,5		—		—
170	55,7	27,1 / 0,8 / 2,2	30,1	13,7 / — / 0,1	13,8	0,4 / — / —	0,4		—		—
208	99,0	0,8 / 0,0 / 0,1	0,9	0,1 / 0,0 / 0,0	0,1	0,0 / — / —	0,0		—		—
211	76,3	14,4 / 0,7 / 0,2	15,3	8,0 / — / 0,0	8,0	0,4 / — / 0,0	0,4		—		—
212	95,9	3,1 / 0,7 / —	3,8	0,3 / — / —	0,3		—		—		—
214	97,7	2,1 / 0,1 / 0,0	2,2	0,1 / 0,0 / 0,0	0,1		—		—		—
216	96,5	1,9 / 0,1 / 0,0	2,0	1,5 / 0,0 / 0,0	1,5		—		—		—
217	93,0	4,3 / 1,4 / 0,1	5,8	1,2 / — / 0,0	1,2		—		—		—
221	80,3	14,8 / 3,2 / —	18,0	1,7 / 0,0 / 0,0	1,7		—		—		—
222	89,1	10,5 / 0,1 / —	10,6	0,3 / 0,0 / 0,0	0,3		—		—		—
227	52,2	23,4 / 10,0 / —	33,4	14,1 / 0,0 / 0,0	14,1	0,3 / — / —	0,3		—		—

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
228	83,9	9,4 5,3 —	14,7	1,4 0,0 —	1,4		—		—		—
229	19,5	25,3 11,5 —	36,8	40,5 1,4 —	41,9	0,5 — —	0,5	0,8 — —	0,8	0,5 — —	0,5
254	44,8	40,1 4,1 7,2	51,4	3,4 0,0 0,1	3,5	0,3 0,0 0,0	0,3		—		—
256	91,8	4,9 0,6 2,5	8,0	0,1 — 0,0	0,1	0,1 — 0,0	0,1		—		—
262	76,3	21,2 1,4 0,8	23,4	0,3 — 0,0	0,3		—		—		—
265	93,9	4,0 0,9 0,3	5,2	0,4 0,2 0,1	0,7	0,2 0,0 0,0	0,2		—		—
267	61,9	25,4 3,3 3,1	31,8	5,5 0,0 0,1	5,6	0,5 0,0 —	0,5	0,2 — —	0,2		—
Mittel	71,1	18,0 4,0 1,6	23,6	4,9 0,1 0,0	5,0	0,2 0,0 0,0	0,2	0,1 — —	0,1	0,0 — —	0,0

Die Proben von Globigerinenschlamm sind sehr variierend in Zusammensetzung; im Ganzen enthalten sie eine recht grosse Menge von Organismen, die wesentlich aus Foraminiferen bestehen, weshalb sie auch zwischen den feineren Bestandteilen auftreten im Gegensatz zu dem beim Korallenschlick und bei den Seichtwasserablagerungen gewöhnlichen Verhalten, welche Ablagerungen oftmals eine bedeutende Menge von grösseren Kalkorganismen enthalten. Im Ganzen findet sich im Globigerinenschlamm 23,2 p.Ct. an Organismen, die mehr als 0,05 mm im Durchmesser betragen, und von diesen ist bei weitem der grösste Teil Foraminiferen. Da die Proben, wie früher gesagt, im Mittel 50,0 p.Ct. $CaCo_3$ enthalten, bleiben also unter den feinsten Bestandteilen noch 26,8 p.Ct. übrig, die wesentlich aus Kokkolithen und Bruchstücken von Foraminiferen bestehen. In Beziehung zum Mineralgehalt steht der Globigerinenschlamm in der Mitte zwischen dem Blauen Schlick und dem Vulkanischen Schlick; in der Menge von konkretionären Bestandteilen überragt diese Bodenart alle übrigen.

6. Roter Ton.

Stations-nummer	< 0,05 mm	0,05—0,5 mm		0,5—1 mm		1—2 mm		2—4 mm		> 4 mm	
	p. Ct.	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe	Org. Min. Konk.	Summe
190	99,2	— 0,8 —	0,8		—		—		—		—
198	91,1	1,6 7,3 —	8,9		—		—		—		—
218	98,3	1,4 0,1 0,2	1,7	0,0 0,0 0,0	0,0		—		—		—
223	85,6	6,0 4,3 0,0	10,3	2,2 0,1 0,1	2,4	1,5 0,1 0,1	1,7		—		—
238	94,3	0,0 5,6 —	5,6	0,1 — 0,0	0,1		—		—		—
239	97,5	0,2 1,9 0,4	2,5		—		—		—		—
242	81,5	0,0 15,0 —	15,0	0,3 2,0 0,5	2,8	0,1 0,5 0,1	0,7		—		—
245	73,2	4,0 21,6 0,0	25,6	0,3 0,5 0,0	0,8	0,0 0,2 —	0,2		—	0,0 0,2 —	0,2
246	96,1	0,0 1,7 2,2	3,9	0,0 0,0 0,0	0,0		—		—		—
247	95,4	0,0 4,6 0,0	4,6	0,0 0,0 0,0	0,0		—		—		—
275	95,9	0,6 3,2 0,2	4,0	0,0 0,1 0,0	0,1		—		—		—
Mittel	91,6	1,3 6,0 0,3	7,6	0,3 0,2 0,1	0,6	0,1 0,1 0,0	0,2		—	0,0 0,0 —	0,0

Die Proben von Rotem Ton nähern sich ihrer Zusammensetzung nach sehr dem Blauen und dem Vulkanischen Schlick; der wesenlichste Unterschied ist, wie man erwarten konnte, dass die Menge der Organismen viel geringer als in den anderen Bodenarten ist, da der Rote Ton ja beinahe von Kalkorganismen frei ist.

IV. DIE ORGANISCHEN BESTANDTEILE DER PROBEN.

Wie man erwarten konnte, und wie es auch aus der Zusammenstellung in dem vorigen Abschnitt hervorgeht, findet sich in den Proben eine grosse Menge von Bestandteilen organischen Ursprungs, und die Hauptmasse dieser besteht aus Kalkschalen. Wenn auch die Foraminiferen der Menge nach bei weitem die vorherrschenden Formen sind, so besteht trotzdem zwischen den einzelnen Proben eine grosse Variation. Im Ganzen werde ich die Organismen nur recht kurz behandeln, da sie ja von den Systematikern entweder bereits bearbeitet worden sind oder aber noch bearbeitet werden; hier soll nur so viel aufgenommen werden, als notwendig ist um ein Bild von dem Anteil, den die Organismen in der Zusammensetzung der Proben ausmachen, zu geben.

Die Kokkolithe.

Diese Organismen finden sich in den meisten Proben, obgleich sie nicht so allgemein sind, wie ich es in den nordatlantischen Proben gesehen habe, was damit in Verbindung steht, dass die meisten kalkreichen Proben der Siboga-Expedition recht lose und von sandiger Konsistenz sind, während die feineren derselben mehr Tonsubstanz als Kalkschlamm enthalten.

Das gewöhnliche Aussehen der Kokkolithe weicht nicht viel von demjenigen der atlantischen Formen ab; es scheint, dass die ostindischen durchgehends ein wenig kleiner als die atlantischen sind. Möglicherweise kommen verschiedene Arten vor; jedenfalls variiert die Grösse etwas. Die meisten der Kokkolithe besitzen nicht die flache Scheibe, die an den atlantischen Formen immer an der Aussenseite liegt, und bestehen also im Wesentlichen nur aus dem ovalen, stark lichtbrechenden Ring, der im polarisierten Licht eine charakteristische Spiralstruktur zeigt. Was die Ursache dieses Phänomen sein kann, ist es mir nicht erfindlich.

Über die Verbreitung der Kokkolithe in den einzelnen Proben ist nicht viel anderes zu sagen, als dass die Menge derselben im Allgemeinen mit dem Kalkgehalt proportional ist. Über das genauere Mengenverhältnis in einer Probe ist es ausserordentlich schwierig zu urteilen, da es sich um einen Organismus handelt, der so wenig hervortretend ist. Es scheint, dass die Kokkolithe höchstens die Hälfte der feinsten Bestandteile ausmachen können. Im Ganzen scheint es, dass sie in verhältmässig geringerer Menge in den Seichtwasserablagerungen sich finden, selbst in den Fällen, wo diese stark kalkhaltig sind.

Die Foraminiferen.

Um eine bessere Übersicht zu bekommen, ist es zweckmässig diese Tiere in zwei Gruppen zu teilen, je nachdem sie sich unter den Bestandteilen von 0,05 bis 0,5 mm oder unter den gröberen Bestandteilen finden. In der Korngrösse unterhalb 0,05 mm sind die Foraminiferen scheinbar nicht sehr hervortretend, obgleich es sehr wohl möglich ist, dass hier ein recht grosser Teil des kohlensauren Kalkes in Gestalt von Bruchstücken von Foraminiferen sich vorfindet. In der Korngrösse von 0,05 bis 0,5 mm sind diese Tiere dagegen im höchsten Grade über alle anderen Organismen überherrschend, während sie in den gröberen Bestandteilen gradweise abnehmen.

1) Die Bestandteile von 0,05—0,5 mm Korngrösse. Die Organismen in dieser Rubrik sind im Ganzen in den einzelnen Proben recht einförmig, indem, wie oben genannt, die Foraminiferen beinahe die Gesamtheit ausmachen. Von anderen Tieren finden sich nur zerstreut einige kleine Formen von Schnecken und Muscheln, und vielleicht etwas häufiger kleine Echinidenstacheln; bisweilen kommen auch Spongiennadeln und Diatomeen vor. Die Foraminiferen in den einzelnen Proben können übrigens etwas variieren, indem entweder der Aufbewahrungszustand verschieden sein kann, oder verschiedene Formen dominieren können. Hinsichtlich der erstgenannten Eigenschaft finden sich alle möglichen Übergänge von solchen Fällen, wo beinahe alle Schalen ganz sind, bis zu solchen wo beinahe alle zerbrochen sind. Über die Verteilung dieser beiden Gruppen lässt sich nichts anderes sagen, als dass die erstgenannte, wie man erwarten konnte, in den Seichtwasserablagerungen hervortretend ist, während dagegen beide Klassen in den Tiefwasserablagerungen beinahe gleich stark vertreten sind, ohne dass man übrigens nachweisen kann, dass die Schalen mit zunehmender Tiefe weniger zerbrochen sind. Wenn die Tiefe 4000 m übersteigt, verschwinden die Foraminiferen ja ebenso wie alle anderen Kalkorganismen beinahe mit einem Schlage, ohne dass irgend eine deutliche Korrosion in den angrenzenden Tiefen sich bemerkbar macht.

Unter den verschiedenen Formen von Foraminiferen, die sich in dieser Korngrösse von 0,05—0,5 mm vorfinden, spielen die Globigerinen bei weitem die grösste Rolle, da sie in grösserer Menge als alle anderen zusammen genommen auftreten; nur in den Seichtwasserablagerungen sind sie in Minorität und werden hier von den rotaliformen und vielen anderen ersetzt. Die Menge der Globigerinen steigt dann mit zunehmender Tiefe, bis sie in vielen der Proben von Globigerinenschlamm beinahe die einzigen Vertreter sind. Doch finden sich auch kalkreiche Proben aus grosser Tiefe (z.B. Nr. 221 und 222 in der Banda-See), in welchen die Foraminiferen hauptsächlich durch rotaliforme und verschiedene andere vertreten sind.

2) Die Bestandteile von über 0,5 mm Korngrösse. Diese sind in den einzelnen Proben ausserordentlich variierend, indem unter den Organismen bald der eine und bald der andere vorherrschend ist. Die Foraminiferen machen oftmals einen grossen Teil der Korngrösse 0,5—1 mm aus, werden danach aber wesentlich seltener. Unter den Foraminiferen sind die Globigerinen bei weitem nicht so hervortretend wie unter den feineren Bestandteilen, obgleich sie in der Korngrösse 0,5—1 mm oft noch recht zahlreich sein können, und in einigen Proben

(z.B. Nr. 74 und 161) sogar zahlreicher als die übrigen Formen. Es ist übrigens eine allgemeine Regel, dass die Foraminiferen in den Seichtwasserablagerungen einen verhältnismässig geringen Teil der gröberen Bestandteile bilden, während sie in den Tiefwasserablagerungen, namentlich im Globigerinenschlamm, meistens über die anderen Bestandteile überwiegen. Besonders grosse und auffällige Foraminiferen wurden namentlich in den Proben Nr. 15, 35, 77, 95, 125 und 154 gefunden, also beinahe ausschliesslich in solchen, die dicht an der Küste geholt worden sind; namentlich ist die Probe Nr. 125, dicht bei der Insel Siau, südlich von Sangir, dadurch ausgezeichnet, dass sie beinahe ausschliesslich aus derselben Form (sicher ein *Calcarina*) besteht, während sonst die Foraminiferen keine so grosse Rolle im allgemeinen Aussehen der Proben spielen. Die sandkornhaltigen Foraminiferen finden sich nur in geringer Menge, am meisten in einigen der Proben der Banda-See, und namentlich in Nr. 223.

Andere Kalkorganismen.

Die Korallen machen ganz sicher einen grossen Teil vieler Proben aus, meistens finden sie sich aber in der Form von mehr oder weniger unregelmässigen, eckigen oder abgerundeten Körnern, und es kann in vielen Fällen recht schwierig sein zu entscheiden, ob solche Körner wirklich Bruchstücke von Korallen sind. Die einzige Probe, die überwiegend aus deutlichen Korallenfragmenten besteht, ist Nr. 14, dicht bei der Insel Kangeang, nördlich von Bali.

Kalkspongien. In der Probe Nr. 289, bei der Südküste von Timor, fanden sich zahlreiche kleine (ca. 3 mm lange) spindelförmige Kalkkörper, die sicher Skelettteile von Spongien sind.

Echinodermen. In vielen Proben wurden Stücke von Schalen und Stacheln von Echiniden gefunden, jedoch meistens nur in geringer Menge. Die meisten wurden in Nr. 74, bei Makassar, angetroffen, ferner in Nr. 59 bei der Ostspitze von Timor, in Nr. 95 und 102 bei den Sulu-Inseln und in Nr. 319 in der Java-See. Es scheint nicht möglich eine allgemeine Regel für die Verbreitung dieser Tiere geben zu können. Asteriden wurden in geringer Menge in Nr. 154 bei Waigeu gefunden; Ophiuren ebenfalls in geringer Menge in Nr. 289 bei der Südküste von Timor und in Nr. 156 bei Waigeu.

Gasteropoden wurden in vielen Proben gefunden und durchgehends in grösserer Menge als die Echinodermen; meistens spielen sie jedoch keine bedeutende Rolle in der Zusammensetzung der Proben. Die meisten wurden in Nr. 154 bei Waigeu angetroffen.

Pteropoden finden sich nicht in so vielen Proben wie die Gasteropoden, können aber dafür in einzelnen in recht grossen Mengen vorkommen. Dies ist mit den Proben Nr. 95, 101 und 102 bei den Sulu-Inseln, Nr. 151 bei Waigeu und Nr. 312 bei Sumbawa der Fall. Die Menge ist jedoch nicht so gross, dass die betreffenden Proben als Pteropodenschlamm bezeichnet werden dürfen.

Die Verbreitung und Menge der Lamellibranchiaten ist beinahe dieselbe wie die der Schnecken. Die meisten wurden in den Proben Nr. 16 bei der Insel Kangeang, Nr. 59 bei der Ostspitze von Timor, Nr. 154 bei Waigeu, Nr. 167 zwischen Ceram und Neu-Guinea, Nr. 289 bei der Südküste von Timor und Nr. 319 in der Java-See gefunden.

Bryozoen wurden nur in geringer Menge und in wenigen Proben gefunden, am meisten in Nr. 77 in der Makassar-Strasse, Nr. 95 bei den Sulu-Inseln, Nr. 156 bei Waigeu und Nr. 319 in der Java-See. Brachiopoden wurden überhaupt in keiner der Proben angetroffen.

Crustaceenschalen waren nur in wenigen Proben enthalten, in sehr grosser Menge waren sie in Nr. 74 bei Makassar vorhanden; doch ist es möglich, dass alle Stücke in dieser Probe wegen ihrer grossen gegenseitigen Ähnlichkeit vom demselben Individuum herrühren.

Fische.

Von Fischresten wurden hauptsächlich nur Otolithe gefunden, und zwar in mehreren verschiedenen Proben, aber meistens nur in geringer Menge; die meisten wurden in Nr. 267 bei den Kei-Inseln angetroffen. In der Probe, Nr. 312, bei Sumbawa wurde ein Fischwirbel gefunden. Dies muss wohl als ein besonderer Ausnahmsfall betrachtet werden, da man annehmen muss, dass die meisten Wirbel oder andere Skelettteile von Fischen verhältnismässig schnell zersetzt werden; sonst müsste man nämlich erwarten, dass sie in den Proben viel allgemeiner wären.

Kieselorganismen.

Diese spielen hier bei weitem nicht eine so grosse Rolle wie in den mehr ozeanischen Ablagerungen. Nicht allein bilden sie in keinem Falle die Hauptmasse einer Probe, sondern sie finden sich auch niemals in so grosser Menge, dass sie für das Aussehen oder die Konsistenz der Probe bezeichnend werden, während ozeanische Ablagerungen mit Spongiennadeln so gefüllt sein können, dass dieselben an allen Seiten herausragen, wenn man eine Probe zerbricht. Da es scheint, dass die verschiedenen Klassen von Kieselorganismen beinahe denselben Verbreitungsgesetzen unterworfen sind, jedenfalls in dieser Gegend, habe ich sie gemeinsam behandelt. Wie man erwarten konnte, finden sie sich am meisten in den am wenigsten terrigenen Ablagerungen. Diejenigen Proben, die verhältnismässig grosse Menge enthalten, sollen hier angeführt werden.

Von den Seichtwasserablagerungen hat nur Nr. 154, bei Waigeu, eine recht grosse Menge von Spongiennadeln.

Keine einzige der zahlreichen Proben des Blauen Schlick enthält Kieselorganismen in grösserer Menge, während dies unter den Proben von Vulkanischem Schlick bei Nr. 63, nördlich von Flores, der Fall ist. Unter den Proben aus Korallenschlick enthält nur Nr. 95, westlich von den Sulu-Inseln, zahlreiche Spongiennadeln und Radiolarien.

Es ist namentlich im Globigerinenschlamm, dass die meisten Kieselorganismen sich finden. Namentlich können die folgenden 8 Proben hervorgehoben werden: Nr. 69, 208 und 211 bei der Südküste von Celebes, Nr. 151 und 159 bei Waigeu, Nr. 221 und 222 in der Banda-See und Nr. 256 bei den Kei-Inseln. Unter den Proben des Roten Tons enthalten namentlich die Proben Nr. 218 und 223 in der Banda-See sehr grosse Mengen der kleineren Kieselorganismen, besonders Diatomeen und Radiolarien.

Wie man sieht, ist es kaum möglich aus den obenstehenden Daten irgend eine allgemeine Regel für die Verbreitung dieser Organismen zu geben oder für die Faktoren, die für die Menge derselben maasgebend sein können.

Höhere Pflanzen.

In einigen Proben kommen Pflanzenreste vor, in grösster Menge in Nr. 5, bei der Küste von Java; hier befanden sie sich jedoch in stark zersetztem Zustand und waren nicht näher erkennbar. Ausser den unbedeutenden Resten in den Proben selbst, wurden jedoch an vielen verschiedenen Stationen bedeutende Menge von Pflanzenteilen mit dem Trawl heraufgeholt, sowohl Wurzel, Stengel und Blätter als auch Früchte, unter denen namentlich Kokusnüsse häufig waren. Der Erhaltungszustand ist sehr verschieden; während einige beinahe vollkommen frisch sind, sind andere stark zersetzt, von Organismen angebohrt und von ganz mürber Konsistenz. Es scheint demgemäss, dass sie keine grössere geologische Bedeutung bekommen können, da sie anscheinend nicht so lange Zeit bewahrt werden können, dass sie im Schlamm eingebettet und dadurch möglicherweise gefossilisiert werden können. Nur in einem Falle war eine Verkohlung eingetreten, da auf der Station Nr. 241, südlich von Ceram, ein Paar kleine Stücke von Kohle heraufkamen, von welchen das eine ein ganzer Blütenstand einer Komposite mit wohl erhaltener Struktur war. Ob dieser Verkohlungsprozess auf dem Meeresboden eingetreten ist, lässt sich natürlich nicht entscheiden, und es würde verfrüht sein aus diesem isolierten Vorkommen weitergehende Schlüsse über den Oxydationsgrad des Meereswassers an dieser Stelle zu ziehen.

V. DIE MINERALISCHEN BESTANDTEILE DER PROBEN.

In Beziehung auf die Mineralien bieten die hier untersuchten Proben viel interessantes dar, da es mit ihrer Hilfe möglich ist in grossen Zügen eine geologische Karte dieses Gebietes zu zeichnen. Es ist namentlich der grosse und durchgreifende Unterschied, der im geologischen Baue der Inseln sich geltend macht zwischen vulkanischen und nicht vulkanischen Gesteinen, der sich so ausgeprägt in den Proben wiederspiegelt.

In diesem Kapitel werden nur die primären Mineralien behandelt, während die sekundären, die als Konkretionen auftreten, später beschrieben werden sollen. Wie aus den Tabellen im dritten Kapitel hervorgeht, kommen die Mineralien in den meisten Proben in grosser Menge vor, wie man auch erwarten konnte, wenn man die recht grosse Landnähe der meisten Stationen berücksichtigt. Natürlich finden sich die meisten Mineralien in den Seichtwasserablagerungen, nämlich im Mittel 10,7 p.Ct., wenn man nicht die Bestandteile unterhalb 0,05 mm mit berücksichtigt; es finden sich aber doch auch in den Tiefwasserablagerungen recht grosse Mengen (im Vulkanischen Schlick 7,0 p.Ct., im Roten Ton 6,3 p.Ct., im Globigerinenschlamm 4,1 p.Ct., im Korallen-Schlick und -Sand 2,9 p.Ct. und im Blauen Schlick 1,2 p.Ct.). Wenn man nur die mineralischen Bestandteile über 0,5 mm berücksichtigt, finden sich diese ebenfalls in der grössten Menge in den Seichtwasserablagerungen (2,6 p.Ct.), während sie in den anderen Bodenarten recht sparsam sind (von 0,1 bis 0,6 p.Ct.). Aus praktischen Gründen habe ich im Folgenden die Mineralien der Korngrösse 0,05—0,5 mm für sich behandelt und ebenso alle die gröberen.

1) Mineralische Bestandteile zwischen 0,05 und 0,5 mm Korngrösse. Diese Korngrösse, die beinahe dem gewöhnlichen Begriff „feiner Sand" entspricht, ist die wichtigste aller Korngrössen für die Beurteilung der mineralogischen Konsistenz der Proben im Ganzen und für die Schlüsse, die man daraus über den geologischen Ursprung derselben ziehen kann. Erstens ist diese Korngrösse die für mikroskopische Untersuchung am meisten geeignete, während die kleineren Körner unbrauchbar sind und die etwas grösseren jedenfalls nicht so bequem sind, und zweitens finden sich in jeder Probe genügend von diesen Körnern vor für die Untersuchung, wodurch alle vorhandenen Proben zu Nutzen gezogen werden können bei der Ausarbeitung der Karte über die Verbreitung der verschiedenen Mineralien.

Bei der Untersuchung dieser Sandkörner ist das erste, was man bemerkt, der grosse Unterschied, der zwischen denjenigen, die aus vulkanischem, und denjenigen, die aus nicht vulkanischem Material bestehen, sich geltend macht. Die vulkanischen Proben sind dadurch

besonders ausgezeichnet, dass sie grössere Mengen von andesitischem Glas, von Plagioklas, meistens aus der Labradorgruppe, von verschiedenen Pyroxenen, teils monokline und teils Hypersthen, und oft dazu von Magneteisen enthalten. Es ist nicht stets leicht zu bestimmen, ob diese Bestandteile direkt als Asche gefallen sind, oder ob sie durch Verwitterung von basischen Eruptiven hervorgebracht sind. Wenn sie zum grossen Teil aus Glas bestehen, oder wenn die Mineralien deutliche Krystallform zeigen, ist das erste überwiegend wahrscheinlich, wenn dies aber nicht der Fall ist, können sie gleich gut auf beiderlei Weise entstanden sein. Die nicht vulkanischen Bestandteile sind als Detritus von archäischen Gesteinen und verschiedenen Sedimenten gebildet und bestehen überwiegend aus Quarz mit grösseren oder kleineren Mengen von Orthoklas oder Oligoklas und oft zugleich von verschiedenen anderen Mineralien wie Hornblende, Granat u. a.

In bei weitem den meisten Fällen sind die Proben entweder ausschliesslich vulkanisch oder nicht vulkanisch; nur selten findet man beide Sorten von Bestandteilen unter einander, aber selbst in diesem Falle ist die eine oder die andere Sorte beinahe immer entschieden überwiegend. Es ist folglich möglich gewesen eine einigermaassen scharfe Grenzlinie zwischen den beiden Sorten von Proben zu konstruieren. Die Genauigkeit, womit eine solche Linie sich konstruieren lässt, hängt natürlich davon ab, wie dicht die Stationen in der betreffenden Gegend neben einander liegen. Wo die Proben nicht genügend Aufklärung geben, sind bei der Konstruktion der Linie auch die geologischen Verhältnisse der angrenzenden Inseln berücksichtigt worden [1]).

Die Grenzlinie zwischen den vulkanischen und den nicht vulkanischen Bestandteilen ist auf der beigegebenen Karte eingezeichnet; über den Verlauf dieser Linie im Einzelnen muss folgendes bemerkt werden.

Von dem Indischen Ozean aus, wo die Verhältnisse nicht näher bekannt sind, muss die Linie wahrscheinlich zwischen Sumba und Flores in den Archipel eindringen nach den geologischen Verhältnissen dieser Inseln zu schliessen; von hier geht sie in einem grossen Bogen nach Süden um die Station Nr. 55 herum, von der die Bodenprobe sich ganz unerwartet als rein vulkanisch herausstellte, während die nächstliegenden Inseln, Sumba und Savu, nicht vulkanisch sind. Von hier und bis zu den Tiur-Inseln, südwestlich von Ceram, finden sich keine Proben, mit denen man den Verlauf der Linie bestimmen könnte; man kann aber annehmen, dass sie zwischen der inneren, vulkanischen, und der äusseren, nicht vulkanischen Inselreihe liegen muss. Alle Proben südlich von Timor sind jedenfalls rein nicht-vulkanisch.

Westlich von den Tiur-Inseln findet sich die Probe Nr. 247, die halb vulkanisch ist, und durch welche die Linie also gezogen werden muss. Von dort geht sie südwärts von der Station Nr. 246, deren Grundprobe nicht vulkanisch ist, und darauf in einem Bogen nördlich von Nr. 245, 235 und den anderen Proben bei der Südseite von Ceram, die alle rein vulkanisch sind. Dass die Linie nicht nördlich von Ceram gezogen werden darf, ersieht man daraus, dass die Proben Nr. 173 und 178, die dort gesammelt wurden, nicht vulkanischer Natur sind. Ceram selbst

1) Da mir die ausserordentlich reiche Litteratur, welche die Geologie der Inseln des Archipels behandelt, nicht zugänglich ist, habe ich grösstenteils die Übersicht über dieselben, die sich in Suess: La face de la terre, 2, 1900 und 3, 1902, findet, benutzt.

besteht aus archäischen Bildungen und sedimentären Gesteinen mit basischen Kreideeruptiven. Es ist jedoch nicht von diesen, dass das Material der Proben südlich von Ceram herstammt, da dieses grösstenteils aus Asche besteht. Die Linie muss ferner im Süden von Ambon gezogen werden, da die Probe Nr. 182, die dicht westlich von dieser Insel liegt, von nicht vulkanischer Konsistenz ist.

Aus dem westlichen Teile der Banda-See liegen keine Proben vor, durch welche der Verlauf der Linie näher bestimmt werden könnte; sie ist deshalb in gerader Richtung, weit nördlich von den rein vulkanischen Proben, Nr. 224, 223, 222, 221, 218 und 217 gezogen. Danach geht sie südlich von den nicht vulkanischen Proben, Nr. 208 und 210, ausserhalb der Bucht von Boni, und durch die beiden Stationen Nr. 211 und 69 mit gemischten Proben, worauf sie bei der Ostküste der südlichen Halbinsel von Celebes an das Land stossen muss. Diese Halbinsel ist grösstenteils vulkanisch, und dicht an derselben finden sich auch die rein vulkanischen Proben, Nr. 212 und 74.

Im südlichen Teil der Makassar-Strasse geht die Linie zwischen der vulkanischen Probe, Nr. 76 und der nicht vulkanischen, Nr. 77 hindurch; von dort muss sie nach Südwesten gehen und dicht südlich von der Kangeang-Insel verlaufen. In dieser Gegend sind die Verhältnisse sehr kompliziert, indem von den drei Proben, Nr. 14, 15 und 16, die in sehr kurzer Entfernung von einander liegen, die erste nicht vulkanisch ist, und die beiden anderen überwiegend vulkanisch sind. Weiter gegen Westen wird der Verlauf der Linie durch die Probe, Nr. 318, die überwiegend vulkanisch ist, und die Probe, Nr. 319, die überwiegend nicht vulkanisch ist, bestimmt. Bezüglich des weiteren Verlaufs der Linie ist es nicht möglich etwas genaueres auszusagen, da die Proben nicht weiter reichen; da aber die Insel Bawean aus Eruptiven besteht, ist es wahrscheinlich, dass die Linie nördlich von derselben gehen muss.

Im nördlichen Distrikt fängt die Grenzlinie in der Sulu-See an, von wo die Probe, Nr. 101, mit gemischter Zusammenstellung vorliegt, während von den beiden naheliegenden Proben Nr. 95 rein nicht vulkanisch und Nr. 102 rein vulkanisch ist. Von hier bis gegen Celebes hin liegen keine Proben vor mit Ausnahme von den beiden vulkanischen, Nr. 119 und 122 an der nördlichen Spitze dieser Insel. Es ist wohl das natürlichste die Linie in gerader Richtung zu ziehen nach demjenigen Punkt an der Nordküste von Celebes, wo die vulkanischen und die archäischen Formationen an einander grenzen. Der weitere Verlauf der Linie über die Tomini-Bucht is höchst unsicher; dagegen liegen in einer Reihe von der östlichen Halbinsel von Celebes ab weiter nach Osten hin einige Proben, die vom Schiffe „Bali" gesammelt sind, und die ich ebenfalls zur Untersuchung erhielt. Von dieser sind Nr. 1, 2, 3 und 4 rein vulkanisch. Die Linie muss also südlich von diesen gezogen werden, dagegen aber nördlich von den archäischen Bangaai- und Sula-Inseln. Von dort geht sie längs der Station 143 der Siboga-Expedition mit ihrer gemischten Probe, die zwischen Halmaheira und Obi Major gelegen ist, und weiter zwischen der vulkanischen Probe, Nr. 159, und der nicht vulkanischen, Nr. 161, beide in unmittelbarer Nähe von der kleinen Insel Kofiau. Der weitere Verlauf ist nicht sehr sicher bestimmt; nach den geologischen Verhältnissen zu schliessen muss sie zwischen Neu Guinea und der im Nordwesten von derselben liegenden Insel Waigeu hindurchgehen, und im Pazifischen Ozean ist sie nach den Erläuterungen der Challenger-Expedition gezogen worden.

Ein genaueres Durchgehen der mineralogischen Charakter der einzelnen Gegenden lohnt sich nicht, da die Verhältnisse im einzelnen ausserordentlich kompliziert sein müssen in Übereinstimmung mit der komplizierten Verteilung von Land und Wasser. Um bestimmtere Schlüsse über diejenigen Faktoren, die für die Verbreitung der terrigenen Bestandteile maasgebend sind, und über die Grösse der Verbreitungsbezirke der Minerale von jeder einzelnen Insel ziehen zu können, wäre sowohl eine viel genauere Kenntnis der geologischen Verhältnisse des Landes, wie auch eine weit grössere Zahl von Grundproben notwendig. Im folgenden sollen deshalb nur einige Hauptzüge hervorgehoben werden.

Von den vulkanischen Proben sind die allermeisten von denen, die im Bereiche der Inselreihe Java-Flores genommen sind, sehr reich an Glasasche; doch bildet die Probe Nr. 50, dicht an der Westspitze von Flores eine Ausnahme, da sie hauptsächlich aus Körnern der einzelnen vulkanischen Mineralien zusammengesetzt ist. Dass eine solche, sehr küstennahe Probe von denjenigen, die aus grösserer Entfernung herrühren, abweicht, ist recht natürlich, da aller Wahrscheinlichkeit nach beinahe ihr gesamtes Material von Küstenerosion herstammen wird, während in den mehr entfernt liegenden Proben solche Herkunft in Vergleich mit Material von Aschenfällen mehr zurücktreten wird. Über die Zusammensetzung der vulkanischen Asche von der betreffenden Inselreihe ist beinahe nichts bekannt. Einige Proben von verschiedenen javanischen Eruptionen, die ich gesehen habe, enthalten, mit Ausnahme von einer Probe vom Gunung Kelut aus dem Jahre 1894, verhältnismässig sehr wenig Glas. Dagegen enthält die Asche von Krakatau von 1883 sehr viel Glas, und es ist wohl wahrscheinlich, dass ein grosser Teil der hier behandelten Proben eine bedeutende Menge Asche von dort bekommen haben kann. Besonders merkwürdig ist die ausserordentlich grosse Menge Glasasche, die in der Probe Nr. 55, östlich von Sumba, enthalten ist, da kein wirksamer Vulkan aus dieser Gegend bekannt ist; man sollte am ehesten erwarten, dass ein submariner Vulkan irgendwo in der Nähe vorhanden wäre. Die Proben, die von der Südküste von Celebes herrühren, enthalten viel weniger vulkanisches Glas, und dasselbe gilt in noch höherem Grade von den Proben vom westlichen Teile der Banda-See (Nr. 221—229). Dagegen enthalten die meisten Proben aus der Gegend von Banda bedeutende Mengen von Glas.

Der nördliche vulkanische Distrikt enthält sehr wenig Glasasche im Vergleich mit dem südlichen; die meiste ist in der Probe Nr. 119, bei der Nordspitze von Celebes, und in den Proben Nr. 135, 139 und 145 um Halmaheira herum gefunden. Dagegen enthalten die Proben um Sangir herum, Nr. 125 und 128, wenig oder kein Glas. Dies ist um so merkwürdiger als eine Asche von Gunung Awu auf Sangir von 1892 sehr reich an Glas ist, während eine Asche von Pik von Ternate von 1864 sehr wenig Glas enthält. Dieser Gegensatz lässt sich vielleicht durch die Tatsache erklären, dass ein Vulkan zu verschiedenen Zeiten verschieden zusammengesetzte Aschen liefern kann; möglicherweise rührt die Asche um Halmaheira herum auch von den Vulkanen auf dieser Insel selbst her, und von dem Charakter der Aschen, die von diesen geliefert wird, weiss man nichts.

2) Mineralische Bestandteile von über 0,5 mm Korngrösse. Wie die Tabellen im dritten Kapitel zeigen, finden sich in mehreren Proben grössere oder kleinere Mengen von grösseren Mineralkörnern. Ausserdem habe ich viel gröberes Material zu Unter-

suchung gehabt, das mit dem Trawl heraufgeholt war, und teilweise von solchen Stationen herrührt, von welchen keine Bodenproben vorliegen. Da es wohl als recht zufällig angesehen werden kann, wie viele Steine mit dem Trawl heraufkommen, hat das solcherweise gewonnene Material keinen grossen quantitativen Wert, wenn es sich darum handelt ein Urteil über die Menge der gröberen Bestandteile der betreffenden Proben zu bekommen. Natürlich hat es sich gezeigt, dass grössere Steine, mit Ausnahme von Bimsstein, nur in denjenigen Proben, die von grosser Landnähe herrühren, vorkommen.

Für die Beurteilung der mineralogischen Zusammensetzung der Proben haben die grösseren Bestandteile natürlich etwas mehr Wert; im Ganzen hat es sich doch herausgestellt, dass sie mit den Resultaten, welche die Untersuchung des Sandes ergeben hat, gut übereinstimmen, und insofern nicht viel neues von Interesse darbieten, weshalb die Resultate im Einzelnen nicht vorgeführt werden sollen. Das Bild, das man aus den verhältnismässig wenigen bestimmbaren Gesteinsproben von dem geologischen Bau des benachbarten Landes erhalten kann, ist doch zu fragmentarisch um viel Wert zu haben. In den nicht vulkanischen Distrikten finden sich verschiedene Sedimente und auch einzelne Eruptive; im vulkanischen Areal ist namentlich der Bimsstein sehr verbreitet, es kommen aber auch dichte und feinkörnige Eruptive, namentlich Andesite, vor. Der Bimsstein hat eine recht grosse Verbreitung, auch ausserhalb derjenigen Proben, die sonst ganz oder teilweise nicht-vulkanisch sind, was an und für sich nicht so merkwürdig ist, wenn man bedenkt, dass Bimssteinstücke weit herumtreiben können und auch an solchen Stellen zu Boden sinken können, wo übrigens aller Detritus von anderer Beschaffenheit ist. In den folgenden nicht-vulkanischen Proben sind Bimssteine gefunden worden: Nr. 170 und 177 bei Ceram, Nr. 208 Südlich von Celebes, Nr. 319 Nördlich von Java, Nr. 300 Östlich von Rotti (bei Timor), Nr. 251 und 259 bei den Kei-Inseln und Nr. 271 bei Aru; die letzte Station liegt in sehr grosser Entfernung von jedem wirksamen Vulkan.

VI. DIE KONKRETIONÄREN BESTANDTEILE DER PROBEN.

Wie es aus den Tabellen auf S. 18—37 hervorgeht, finden sich in sehr vielen Proben Bestandteile von konkretionärem Ursprung; doch ist die Quantität in den meisten Fällen nicht besonders gross, und die mineralische Beschaffenheit dieser Konkretionen ist auch nicht sehr variierend, indem bei weitem die meisten aus Glaukonit oder Schwefelkies bestehen, wozu noch eine Menge von Fällen kommt, in denen die Proben viele Elemente von erhärteter Bodenart enthalten, die durch alle möglichen Übergänge mit dem gewöhnlichem Schlick verbunden sind und deshalb in den einzelnen Fällen schwer zu spezificieren sind.

Ein ganz anderes Bild erhält man, wenn man die gröberen Bestandteile, die ausser den Proben selbst mit dem Trawl gesammelt worden sind, untersucht; unter diesen findet sich nämlich sowohl eine grosse Menge, wie auch eine recht grosse Variation in den Konkretionen. Über die wirkliche Menge derselben im Verhältnis zu der Menge der Bodenarten selbst ist wohl sehr schwierig etwas Bestimmtes auszusagen, da es in jedem einzelne Falle unmöglich ist zu wissen, über ein wie grosses Areal das Trawl gezogen worden ist, wie tief es in den Boden hineindrang, und in welchem Umfang ein Teil der auf dem Boden vorhandenen Konkretionen in das Trawl hineingeraten ist. Nach der Menge der heraufgebrachten Konkretionen zu schliessen, bekommt man unmittelbar den Eindruck, dass wenigstens in einigen Fällen die Konkretionen einen recht grossen Anteil der Meeressedimente ausmachen müssen.

Wie oben angedeutet wurde, ist es in vielen Fällen sehr schwierig zu bestimmen, ob man es wirklich mit einer konkretionären Bildung zu tun hat oder nicht. Die meisten Bodenarten sind nicht mehr durchaus von derselben losen Konsistenz, die sie wohl im Anfang besessen haben müssen, was sich meistens dadurch fühlbar macht, dass die feineren Partikel mehr oder weniger stark zusammenhängend sind, so dass sie durch Schlämmen nicht oder nur sehr schwierig zu trennen sind. In solchen Fällen muss man wohl annehmen, dass eine Imprägnation stattgefunden hat, und da eine Behandlung mit Säuren meistens nichts an diesem Verhalten ändert, liegt es wohl am nächsten anzunehmen, dass die imprägnierende Substanz eine kolloidale Kieselsäure ist. Die meisten Proben sind doch nicht so fest verkittet, dass ihr schlick- oder schlammartiger Charakter verschwunden wäre, und in solchen Fällen ist es wohl nicht richtig von einer konkretionären Bildung im eigentlichem Sinne zu sprechen. Es kommen jedoch auch solche Fälle vor, wo grosse, stark zusammenhängende Stücke von einer Bodenart heraufgebracht

worden sind, die eine ganz schieferähnliche Konsistenz besitzen und sich überhaupt nicht mehr durch Behandlung mit Wasser zerteilen lassen, und es kommen unter diesen sowohl solche mit kalkhaltigem wie mit kalkfreiem Bindemittel vor.

Ein anderer, recht gewöhnlicher Fall, in welchem es schwierig zu entscheiden ist, ob eine konkretionäre Bildung vorliegt oder nicht, bilden die unregelmässig zusammengeballten Massen, die aus allen möglichen Kalkorganismen wie Korallen, Kalkalgen, Kalkschwämmen u. a. bestehen. Hier ist es meistens ganz unmöglich zu bestimmen, ob die Organismen allein die ganze Masse verkittet haben, oder ob auch noch dazu eine unorganische Ausscheidung stattgefunden hat. Im folgenden sind nur solche Gebilde zu den Konkretionen gerechnet worden, die grösseren Mengen einer dichten und nicht organisierten Substanz enthalten.

Ausser der oben erwähnten Kieselsäure, die nicht direkt bestimmbar ist, kommen in den Proben die folgenden Substanzen als konkretionsbildend vor: Kalk, Dolomit, Eisenspat, Brauneisenerz, Pyrolusit (mit Brauneisen zusammen), Schwefelkies, Glaukonit und Schwerspat. Die verschiedenen Mineralien sind meistens recht unrein und es kommen auch viele Übergänge zwischen ihnen vor.

1. Kalkkonkretionen.

Wie oben gesagt wurde, existieren alle möglichen Übergänge zwischen solchen Fällen, in denen die Bodenart nur recht lose von Kalk imprägniert ist bis zu solchen, die von ganz dichter Konsistenz sind. Unter denen der ersteren Sorte, die nur teilweise zu den Konkretionen gerechnet werden können, müssen die folgenden erwähnt werden: Von den Stationen Nr. 204 (an der Ostküste von Celebes, Tiefe 85 m) und Nr. 280 (bei der Ostspitze von Timor, Tiefe 1224 m), von welchen keine Bodenproben vorliegen, rühren einige recht kleine Konkretionen her, die aus Quarzsand bestehen, der durch Kalk ganz lose befestigt ist. Auf der Station Nr. 145 (bei Halmaheira, Tiefe 827 m) sind einige recht feste, ganz unregelmässig geformte Konkretionen gefunden worden, die aus verkittetem Globigerinenschlamm bestehen. Während von dieser Station ebenfalls keine Bodenprobe vorliegt, ist das Verhalten auf der Station Nr. 297 merkwürdiger; hier ist die Bodenart ein grauer Schlick mit 29,3 p.Ct. $CaCO_3$, von derselben Station rühren aber einige grosse Stücke von einem Gestein her, das recht auffallend der Schriebkreide ähnlich ist und noch mehr demjenigen Gestein von der neueren Kreide Dänemarks, das unter dem Namen „Blegekridt" geht. Das Gestein ist gelblich weiss, von etwas sandiger Konsistenz und besteht aus beinahe reinem kohlensaurem Kalk, wesentlich in der Form von Foraminiferen und Kokkolithe. Nach Behandlung mit Säure bleibt nur ein kleiner Rest übrig, der hauptsächlich aus Ton besteht; die wenigen Sandkörner bestehen aus Glaukonit und Quarz. Obgleich die Station 297 nicht sehr weit von der Südspitze von Timor entfernt liegt, ist die Entfernung vom Lande (ca. 33 km) doch so gross, dass man schwierig annehmen kann, dass die Stücke als Geschiebe von Timor hinaustransportiert sind; man muss sie demnach als eine erhärtete Bodenart auffassen. Der Fall hat dadurch ein grosses Interesse, dass es wohl der einzige ist, wo man die Bildung eines kreideähnlichen Gesteins in der Jetztzeit beobachtet hat. Es ist aber leider unmöglich etwas genaueres über die Verhältnisse zu sagen, unter welchen es gebildet

worden ist, da es als ein ganz fremdes Gestein auftritt, das mit der normalen Bodenart auf dieser Stelle nichts zu tun hat, und dessen Vorkommen überhaupt recht unerklärlich ist.

Von mehr normalen, fest verkittetem Kalkkonkretionen sollen nur ein Paar Vorkommnisse erwähnt werden, nämlich die Stationen Nr. 156 und 166. Bei der ersten derselben ist die Bodenart Korallensand, während von der zweiten keine solche vorliegt; beide liegen an der Westseite von Neu-Guinea. Die Konkretionen von Nr. 156 sind recht gross (bis 5 cm in Durchmesser) und von ganz unregelmässiger Form; sie enthalten zahlreiche Kalkorganismen sowohl aufgewachsen, wie auch von dem Kalke umwachsen; die Hauptmasse besteht jedoch aus einer harten, dichten Substanz, in welcher bisweilen Foraminiferen eingewachsen sind. Die Konkretionen von Nr. 166 haben mehr cylindrische Formen, besitzen aber sonst im Wesentlichen dieselben Eigenschaften.

2. Dolomitkonkretionen.

Solche sind von 3 Stationen bekannt geworden:

Nr. 162, zwischen den Inseln Loslos und „Gebroken Eilanden", bei der Ostspitze von Neu-Guinea, Tiefe 78 m. Die Konkretionen hier sind gross, bis 15 cm in Durchmesser, und mit Kalkorganismen dicht überwachsen. Nach Entfernung derselben mit Säure erhält die Konkretion das auf der Tafel in Fig. 1 wiedergegebene Aussehen; die Form ist recht unregelmässig, meistens aber dadurch gekennzeichnet, dass tiefe, cylindrische Löcher von ca. 2 bis 10 mm im Durchmesser beinahe überall ins Innere hineindringen; wahrscheinlich sind sie von Organismen hervorgebracht. Die Dolomitsubstanz selbst ist hell gelblich, sehr dicht und homogen; bei mikroskopischer Untersuchung treten am meisten einige kleine Schwefelkiesmassen hervor, die teilweise die Form von Foraminiferen haben. Zusammen mit den Dolomitkonkretionen finden sich auch einige Eisenspatkonkretionen, die unten beschrieben werden sollen; die Dolomitkonkretionen selbst enthalten, nach den Reaktionen zu schliessen, nur sehr geringe Mengen von Eisen. Von der Station Nr. 162 liegt keine Bodenprobe vor; die am nächsten liegenden Stationen Nr. 159 und 161, enthalten Globigerinenschlamm.

Nr. 259, zwischen den Kei-Inseln, Tiefe 487 m. Von hier liegt auch keine Bodenprobe vor; auf der Karte der Expedition ist Korallensand angegeben. Die Konkretionen sind recht klein (ca. 2 cm im Durchmesser), in der Hauptsache scheibenförmig, sonst aber sehr unregelmässig und wie die vorigen stark durchlöchert. Die Oberfläche ist von Organismen nicht überwachsen; die Farbe ist sowohl aussen als innen meistens dunkelbraun, und es scheint, dass wenigstens viele Partien einen recht grossen Eisengehalt besitzen, ohne doch die Zusammensetzung von Eisenspat zu erreichen.

Nr. 274, dicht bei Aru, Tiefe 57 m; hier liegt ebenfalls keine Probe vor, auf der Karte ist angegeben: Sand und Steine mit Schalen. Die Konkretionen von dieser Station sind denjenigen von der Station N. 162 ganz merkwürdig analog, da auch hier sowohl Eisenspat als auch Dolomit vorkommt. Die Dolomitkonkretionen, von welchen 2 auf der Tafel in Fig. 2 abgebildet sind, sind in allen Beziehungen vollkommen denjenigen von Nr. 162 ähnlich. Eine Analyse ist von Dr. Niels Bjerrum vorgenommen mit dem folgenden Resultate:

		Äquiv.
CO_2	39,11	0,889
Ca O	25,27	0,452
Mg O	17,23	0,431
$Fe_2 O_3$	2,23	0,014
$Al_2 O_3$	1,20	0,012
Mn O	0,46	0,007
$P_2 O_5$	Sp.	
$H_2 O$	1,97	0,109
Ungelöst	12,22	
Summe	99,69	

Die 3 Hauptbestandteile geben, wie man sieht, recht genau die Zusammensetzung des Dolomits; die kleine, noch übrig gebliebene Menge von Kohlensäure kann mit dem Mangan verbunden sein, und es bleibt dann von den löslichen Bestandteilen nur noch ein wenig Brauneisenerz und vielleicht Tonerdehydrat übrig. Der nicht lösliche Teil besteht wahrscheinlich meistens aus Ton.

Über die Verhältnisse, unter welchen die Dolomitkonkretionen gebildet worden sind, lässt sich nicht viel sagen. Alle drei Stationen liegen nicht weit vom Lande und in recht geringer Tiefe, und, wie man erwarten muss, in solchen Gegenden, wo viele Kalkorganismen abgelagert werden, namentlich solche, die aus Kalkspat bestehen (Korallen, Foraminiferen u. a.). Sie liegen alle in der nicht vulkanischen Region.

3. Eisenspatkonkretionen.

Diese sind an drei Lokalitäten angetroffen worden, und zwar nur an solchen, wo zugleich entweder Kalk- oder Dolomitkonkretionen gefunden worden sind.

Diejenigen von der Station Nr. 166 besitzen grosse Ähnlichkeit mit den Kalkkonkretionen von derselben Station, indem sie eine ausgeprägt cylindrische Form besitzen. Die Substanz ist meistens ganz dicht und sehr fest; in einem Falle schliesst sie eine sehr grosse Menge von Foraminiferen ein.

Die Konkretionen von Nr. 162 haben ziemlich dasselbe Aussehen wie die oben besprochenen Dolomitkonkretionen, indem sie eine recht unregelmässige Form besitzen und mit vielen Löchern von verschiedenem Durchmesser versehen sind. Die Farbe ist aussen dunkelbraun, indem sie dort gänzlich in Brauneisenerz umgewandelt sind; der innere Teil ist dagegen ganz hell, und zwischen beiden Partien findet sich eine ganz scharfe Grenze, wie es auf der Figur 3, der Tafel sichtbar ist. Der innere Teil ist von Dr. Niels Bjerrum untersucht worden, wobei sich ergab, dass er 32,06 p.Ct. Kohlensäure enthält, während die Reste der löslichen Bestandteile hauptsächlich aus Eisenoxydul mit kleinen Mengen von Eisenoxyd, Kalk und Magnesia bestand; es scheint also, dass hier ein ziemlich reiner Toneisenstein vorliegt. Da der reine Eisenspat 37,9 p.Ct. CO_2 enthält, könnte man wohl daraus schliessen, dass im Ganzen beinahe 15 p.Ct. Ton und Sand in den Konkretionen sich finden. Mikroskopisch sind die Konkretionen recht homogen, und man sieht von eingeschlossenen Elementen nur eine Menge kleiner Quarzkörner.

Von der Station Nr. 274 liegen einige recht grosse (bis ca. 1 dm im Durchmesser)

Eisenspatkonkretionen vor, die jedoch grösstenteils in Brauneisenerz umgewandelt sind und nur noch im Inneren ein wenig von der ursprünglichen Substanz enthalten; die Grenze zwischen beiden ist hier nicht sehr scharf. Die mikroskopische Struktur ist dieselbe wie im vorigen Falle. Die Form der Konkretionen ist, wie es aus der Tafel, Fig. 4 hervorgeht, recht verschieden von derjenigen der Konkretionen von Nr. 162, die vollkommen den Dolomitkonkretionen ähnlich waren; sie kann entweder plattenförmig oder regelmässig cylindrisch sein, und die Oberfläche ist eigentümlich warzig.

Über die allgemeinen Verhältnissen in Beziehung zu den Eisenspatkonkretionen lässt sich nicht mehr als über die Dolomitkonkretionen sagen. Es ist nicht möglich zu erklären, weshalb die beiden zusammen vorkommen, ohne dass die Substanzen mehr zusammengemischt sind, als es wirklich der Fall ist. Ebenfalls ist die Bildung des Brauneisenerzes nicht leicht zu erklären; das wahrscheinlichste ist wohl, dass es durch Umwandlung vom Eisenspate hervorgebracht worden ist, es ist aber immerhin möglich, dass es als solches auf dem Eisenspat ausgeschieden worden ist. In beiden Fällen muss man annehmen, dass die Beschaffenheit des Meereswassers sich geändert hat, da die Bildung des Brauneisenerzes jedenfalls mit einer oxydierenden Wirkung des Wassers in Verbindung stehen muss.

4. Brauneisenerzkonkretionen.

Est ist wohl in keinem Falle sicher nachweisbar, dass dieses Mineral eine selbständige, primäre Ausscheidung auf dem Meeresboden ist oder nur durch Umwandlung von anderen Eisenmineralien hervorgebracht worden ist; es kommt jedenfalls in den Proben recht allgemein vor. In den Schlämmrückständen finden sich oft kleine Körner von diesem Mineral; da es aber sehr wahrscheinlich ist, dass sie entweder durch Umwandlung von dem recht gewöhnlichen Schwefelkies entstanden sind oder vielleicht auch in einigen Fällen von dem Eisen der Apparate, mit welchen die Proben heraufgeholt worden sind, herrühren, haben sie keine weiteres Interesse, und sollen nicht näher besprochen werden.

Grössere Konkretionen, die ganz oder teilweise aus Brauneisenerz bestehen, sind nicht sehr gewöhnlich, wenn man von den Eisen- und Mangankonkretionen, die unten näher besprochen werden sollen, absieht. Es ist schon oben erwähnt worden, dass die Eisenspatkonkretionen von den Stationen Nr. 162 und 274 aussen aus diesem Mineral bestehen. Das Brauneisenerz von den Konkretionen der ersten dieser Stationen ist von Dr. Niels Bjerrum analysiert worden mit folgendem Resultate:

		Äquiv.
Fe_2O_3	49,88	0,312
H_2O	12,18	0,677
SiO_2	7,28	0,121
CO_2	1,86	0,042
Al_2O_3	2,42	0,024
MnO	1,95	0,024
CaO	1,51	0,027
MgO	3,70	0,092
Aktives O	0,25	0,016
Ungelöst	19,33	
Summe	100,36	

Die Analyse zeigt, dass die betreffende Substanz sehr unrein ist, und es ist nicht möglich die Verbindungen, aus welchen sie besteht, genauer zu bestimmen. Die Hauptmasse ist Brauneisenerz und wenn alles Eisenoxyd in dieser Verbindung auftritt, und wenn die Formel derselben als $2\,Fe_2O_3$, $3\,H_2O$ angenommen wird, sieht man, dass sie im Ganzen 58,3 p.Ct. der Konkretion ausmacht; der Rest des Wassers wird dann in verschiedene Hydraten eingehen müssen. Der grösste Teil des Mangans findet sich als Pyrolusit, und eine geringe Menge der Metalloxyde kann mit der Kohlensäure verbunden sein. Übrig bleiben dann noch die Kieselsäure, die meisten Metalloxyde und ein Teil des Wassers, die mit einander in sehr verschiedener Weise verbunden sein können.

5. Eisen- und Mangankonkretionen.

Diese sind an 4 Stationen gefunden worden:

Nr. 124, nördlich von Celebes, Tiefe 1327 m. Das Eisen und Mangan tritt hier nur als eine sehr dünne Kruste auf, die auf teilweise abgerundeten Basaltsteinen abgesetzt ist; die Dicke der Kruste ist nur ca $^1/_2$ mm, und innerhalb derselben ist das Gestein bis zu einer Tiefe von ca. 1 mm heller als sonst wegen teilweiser Kaolinisierung. An einigen Stellen sind die Steine mit einem Überzug von verschiedenen Kalkorganismen bekleidet, und in solchen Fällen ist die schwarze Eisen- und Mangankruste immer auf den Kalkorganismen abgesetzt, wie auch die helle Schicht des Basaltes nicht ausgebildet ist.

Nr. 177, nördlich von Ceram, Tiefe 1633 m. Von dieser Station, wie auch von der vorigen, liegt keine Bodenprobe vor; auf der Karte ist angegeben: Korallen und Steine. Die Konkretionen, die auf der Tafel, Fig. 5 abgebildet sind, sind recht gross (bis 1 dm im Durchmesser) und sehr unregelmässig geformt mit matter, rauher und warziger Oberfläche. Die Bildung ist sehr eigentümlich, indem die Konkretionen durch Umwandlung von Korallenmassen entstanden sind. Es kommen alle möglichen Übergänge vor zwischen Korallen, die noch beinahe ganz unverändert sind, zu solchen, bei denen die Poren mit der ausgeschiedenen Substanz ausgefüllt sind, und anderen, bei denen auch die Kalkmasse selbst ganz oder teilweise zersetzt ist. Ausser den Korallen enthalten die Konkretionen meistens auch zahlreiche, mehr oder weniger umgewandelte Foraminiferen. Die Substanz der Konkretionen, selbst derjenigen, in welchen die Zersetzung am vollständigsten ist, ist immer recht lose und porös und verschieden gefärbt, braun bis schwarz. Eine Analyse ist von Dr. Niels Bjerrum vorgenommen worden mit dem folgende Resultate:

		Äquiv.
MnO	21,37	0,302
Fe_2O_3	18,53	0,116
H_2O	18,75	1,042
SiO_2	13,67	0,228
CO_2	1,23	0,028
Al_2O_3	2,08	0,020
$NiO + CoO$	0,21	0,002
CaO	2,81	0,050
MgO	2,23	0,056
K_2O	2,3	0,024
Na_2O	1,1	0,018
Aktives O	4,10	0,256
Ungelöst	11,73	
Summe	100,11	

Die Hauptmasse besteht aus Brauneisenerz und Pyrolusit; es findet sich aber eine sehr grosse Menge von verschiedenen anderen Bestandteilen, die sich schwierig bestimmen lassen. Eine geringe Menge von Kalkspat oder anderen Karbonaten bleibt noch übrig, sonst finden sich die übrigen Bestandteile als Hydrate oder wasserhaltige Silikate; die Wassermenge ist übrigens so gross, dass schwierig alles chemisch gebunden sein kann.

Nr. 221, in der Banda-See, Tiefe 2798 m; die Bodenprobe ist hier Globigerinenschlamm. Ausser der Probe fanden sich unter vielen anderen Bestandteilen einige kleine röhrenförmige Körper, vielleicht umgewandelte Dentalien, die ganz aus einer schwarzen Masse bestanden, die nach den Reaktionen zu schliessen ein recht reiner Pyrolusit war. Die inneren Partien waren meistens ganz fest und glatt, die äusseren dagegen uneben und von sehr loser Konsistenz.

Nr. 280, bei der Ostspitze von Timor, Tiefe 1224 m; von dieser Station liegt keine Bodenprobe vor. Hier fanden sich viele kleine (1 bis 3 cm in Durchmesser) Konkretionen, deren Form, wie aus der Figur 6 auf der Tafel hervorgeht, recht regelmässig abgerundet ist mit fein granulierter, sonst glatter Oberfläche. Die Farbe ist braunschwarz. Die konkretionäre Substanz bildet nur eine bis 2 mm dicke Kruste um einen Stein herum, der aus Schiefer oder Sandstein besteht und meistens recht scharfeckig ist. Die Substanz ist recht lose und zerbrechlich. Eine Analyse ist von Dr. Niels Bjerrum vorgenommen worden mit dem folgenden Resultate:

		Äquiv.
MnO	22,42	0,317
Fe_2O_3	19,71	0,123
H_2O	28,45	1,581
SiO_2	5,43	0,090
CO_2	0,60	0,014
Al_2O_3	2,29	0,022
$NiO + CoO$	1,05	0,014
CaO	3,01	0,054
MgO	2,40	0,060
Na_2O	2,53	0,041
Aktives O	4,95	0,309
Ungelöst	6,70	
Summe	99,54	

Die Zusammensetzung ist von derjenigen der Konkretionen der Station Nr. 177 nicht sehr verschieden; es scheint, dass alles Mangan hier als Pyrolusit vorhanden ist; die sehr grosse Wassermenge ist wohl nur dadurch möglich, dass wenigstens ein Teil davon als hygroskopisch vorhanden ist.

Über die Bedingungen für die Bildung der Mangankonkretionen lässt sich aus den vorliegenden Fällen nichts schliessen; sie kommen in sehr verschiedenen Tiefen vor und zugleich in sehr verschiedener Entfernung vom Lande; auch finden sie sich sowohl im vulkanischen wie im nicht vulkanischen Teil des Gebietes.

6. Schwefelkieskonkretionen.

Diese kommen recht verbreitet in den Proben vor, meistens als kleinere Körner von Sandkorngrösse, nur in seltenen Fällen als grössere Massen. Solche sind auf den folgenden 4 Stationen gefunden worden:

Nr. 156, in der Halmaheira-See, Tiefe 469 m; die Probe von hier besteht aus Korallensand. Nur ein Paar Konkretionen wurden hier gefunden, deren Form wie aus Fig. 7 unserer Tafel hervorgeht, flachgedrückt, sonst aber sehr unregelmässig ist und von sehr unebener Oberfläche, die meistens mit einer Kruste von Brauneisenerz überzogen ist und teilweise auch von Kalkorganismen überwachsen. Unter dem Mikroskope zeigte sich die ganze Masse sehr dicht mit Glassplittern durchsetzt, was dadurch merkwürdig ist, dass die sandigen Bestandteile der Probe selbst nicht aus solchen bestehen sondern aus verschiedenen vulkanischen Mineralien (Feldspat, Augit m. m.). Es liegt hier vielleicht die Wirkung eines grösseren Aschenfalles vor, der eine reine Aschenschicht auf dem Boden gebildet hat, in welcher dann wieder der Schwefelkies ausgeschieden worden ist; nur scheint es dann unerklärlich, weshalb nicht grössere Mengen von dem Glase bereits bei der Gewinnung der Bodenprobe mit dieser vermischt und heraufgeholt worden wären.

Nr. 173, Ostspitze von Ceram, Tiefe 567 m; der Boden ist mit Blauem Schlick bedeckt. Die Konkretionen, die auf der Tafel, Fig. 8 abgebildet sind, sind meistens nicht sehr gross und haben meistens eine recht regelmässige Form, indem sie als cylindrische Stäbe, deren Länge ein Paar Centimeter beträgt, ausgebildet sind. Nach aussen sind sie sehr rauh, indem sie teilweise mit längsverlaufenden Leisten und Furchen, teilweise auch mit mehr unregelmässigen Hervorragungen versehen sind. Andere Konkretionen haben mehr die Form von dünnen Krusten oder sind ganz unregelmässig geformt. Unter dem Mikroskop zeigt es sich, dass der Schwefelkies, wenigstens grösstenteils, aus kleinen Kugeln aufgebaut ist; es ist aber nicht möglich zu bestimmen, ob diese von Foraminiferen herrühren oder nicht. Der Schwefelkies dieser Konkretionen verwittert sehr leicht, und ist in Hauptsache im Laufe der wenigen Jahre in Ferrosulfat übergegangen.

Nr. 251, zwischen den Kei-Inseln, Tiefe 204 m; von dieser Lokalität liegt keine Bodenprobe vor. Die Konkretionen sind recht gross, und sehr unregelmässig geformt, wie es aus der Figur 9 unserer Tafel hervorgeht; in den äusseren Partien sind sie meistens in Brauneisenerz umgewandelt, und sie sind teilweise mit Kalkorganismen überwachsen. In Dünnschliffen zeigt es sich, dass der Schwefelkies sehr grosse Mengen von Glasasche enthält, was hier besonders merkwürdig ist, da die Station ganz ausserhalb des vulkanischen Gebietes liegt. Die Verhältnisse sind hier gewissermassen denjenigen von der Station 156 analog, und es liegt wohl auch hier das Resultat von einem einzelnen grossen Aschenfall vor. Die Zusammensetzung der Konkretionen ist, nach einer Analyse von Dr. Niels Bjerrum die folgende:

		Äquiv.
Fe_2O_3	38,31	0,240
SO_3	13,70	0,171
S	18,18	0,568
H_2O	13,62	0,757
$(Ca, K_2, Na_2)O$	ca. 0,7	
Ungelöst	22,25	
Summe	106,76	

Die Analyse zeigt, dass der Schwefelkies schon stark zersetzt sein muss, und es lässt sich wohl kaum denken, dass die Zersetzung auf dem Meeresboden stattgefunden haben kann,

da das dadurch hervorgebrachte, leichtlösliche Ferrosulfat in diesem Falle im Meereswasser aufgelöst worden wäre. Wenn der Schwefel als Bestandteil von FeS_2 ausgerechnet wird, werden dadurch 0,142 Äquivalente von dem Eisenoxyd gebunden, und die mit dem Schwefel äquivalente Sauerstoffmenge macht 6,8 p.Ct. aus, was ziemlich genau mit dem Überschuss in der Summe übereinstimmt. Die übrigen Bestandteile lassen sich nicht sicher aus der Analyse ausrechnen, da sowohl Brauneisenerz wie Ferrosulfat und freie Schwefelsäure vorhanden sein können. Wenn man annimmt, dass die ganze Schwefelsäuremenge durch eine nachträgliche Zersetzung von dem Schwefelkies geliefert worden ist, und demgemäss auch den Schwefel desselben als FeS_2 ausrechnet, wird man sehen, dass noch ein Teil des Eisens übrig bleibt, der wohl als Brauneisenerz vorhanden gewesen sein muss. Ob diese Substanz primär ist oder durch Zersetzung von dem Schwefelkies auf dem Meeresboden entstanden ist, lässt sich nicht entscheiden.

Aus diesen drei Vorkommnissen von grösseren Schwefelkieskonkretionen lässt sich nichts allgemeineres schliessen über die Naturverhältnisse, die für die Ausscheidung dieses Minerals massgebend sind; der Umstand, dass der Schwefelkies in 2 von den 3 Fällen in Glasasche ausgeschieden ist, könnte es jedenfalls wahrscheinlich machen, dass die Ausscheidung hauptsächlich auf vulkanischem Boden stattfand, eine nähere Untersuchung von den kleineren Schwefelkieskonkretionen, die in den Proben vorkommen, wird aber zeigen, dass es kaum möglich ist eine solche Verbindung nachzuweisen.

In den Bodenproben ist Schwefelkies nicht in den gröberen Bestandteilen, über 0,5 mm in Diameter, gefunden worden; dagegen kommt er in mehreren Bodenproben unter den sandigen Bestandteilen (0,5 bis 0,05 mm) vor. Ob er sich auch in den noch feineren Teilen der Proben findet, lässt sich nicht leicht durch mikroskopische Beobachtung konstatieren; es ist aber doch wahrscheinlich, dass er auch hier in entsprechender Menge vorkommen wird, und dass die Menge, in welcher dieses Mineral in dem Sande sich findet, ein einigermassen getreues Bild geben wird von der Menge in der ganzen Probe.

Die Form der Schwefelkieskörner ist sehr verschieden; viele sind mehr oder weniger regelmässig kugelförmig, während andere cylindrisch sind und andere ganz unregelmässig geformt. Einige zeigen durch ihre Form ganz deutlich an, dass sie in den Schalen von Foraminiferen gebildet worden sind, und vielleicht ist dasselbe auch mit den anderen der Fall, so dass sie eine Bildungsweise, die dem des Glaukonit entspricht, besitzen. Einige Körner sind an der Oberfläche ganz spiegelglatt, während andere regelmässig granuliert und wieder andere ganz uneben sind.

Im Ganzen ist Schwefelkies in 10 Proben gefunden worden, und von diesen gehören 4 (Nr. 173, 253, 269, 270) dem Blauen Schlick, 4 (Nr. 17, 76, 139, 143) dem Vulkanischen Schlick und 2 (Nr. 208, 262) dem Globigerinenschlamm an. Da die beiden letztgenannten Proben im nicht-vulkanischen Distrikt liegen, scheint es also, dass dieses Mineral im Ganzen nicht so reichlich in den vulkanischen Bestandteilen abgesetzt wird, und dieses Verhältnis tritt noch mehr hervor, wenn man die Menge des Schwefelkieses berücksichtigt; während nämlich die meisten der genannten Proben nur ganz geringe Menge enthalten, bildet der Schwefelkies in 3 Fällen (Nr. 253, 269 und 262) mehr als 30 p.Ct. der sandigen Bestandteile, und diese Proben liegen alle

ausserhalb des vulkanischen Distriktes. Merkwürdig ist es, dass sie alle zwischen den Kei-Inseln liegen, von woher auch die grossen Konkretionen von der Station 251 herrühren und von den weniger schwefelkiesreichen Proben gehört auch Nr. 270 hierher. Es scheint also, dass das Wasser in dieser Gegend ungewöhnlich reich an SH_2 sein muss. Von den übrigen 6 Proben liegen zwei (Nr. 139 und 143) bei Halmaheira, eine (Nr. 173) bei Ceram, zwei (Nr. 76 und 208) bei Celebes, und eine (Nr. 17) bei Java. Die meisten schwefelkieshaltigen Proben liegen nicht sehr weit vom Lande entfernt; die Tiefe ist sehr variierend, in den meisten Fällen aber nicht bedeutend, im Mittel beträgt sie 1455 m (von 304 bis 3565 m).

7. Glaukonit.

Dieses Mineral ist, wie man erwarten konnte, ein sehr gewöhnlicher Bestandteil der Bodenproben; meistens kommt es wie der Schwefelkies in kleineren Körnern vor, die gewöhnlich in den Foraminiferenschalen abgesetzt sind, weshalb sie auch erst durch Behandlung der Probe mit Salzsäure sichtbar werden. Nur in wenigen Fällen sind grössere Glaukonitmassen ausserhalb der Proben angetroffen worden. Es kann übrigens bisweilen recht schwierig sein den Glaukonit mit Sicherheit zu bestimmen, da es alle mögliche Übergange gibt zwischen der ganz typischen, grünen Glaukonitmasse und solchen Bildungen, die dieselbe Form haben, aber braun oder grau sind und sicher ganz oder überwiegend aus Ton oder ähnlichen Substanzen bestehen. Im Folgenden sind nur solche Massen zum Glaukonit gerechnet, die eine deutliche grüne Farbe besitzen und zugleich die für den Glaukonit charakteristische feine Aggregatpolarisation zeigen. Grössere glaukonithaltige Konkretionen sind an den folgenden Stationen gefunden worden:

Nr. 139 bei Halmaheira, Tiefe 397 m; die Bodenprobe von hier ist vulkanischer Schlick und enthält sehr wenig Glaukonit. Die Konkretionen sind mehrere Centimeter gross und besitzen eine sehr unregelmässige Form, die an diejenige der Karbonatkonkretionen erinnert, indem sie eine ähnliche, stark gezackte Kontour haben und stark durchlöchert sind. Unter dem Mikroskop zeigt es sich, dass sie wesentlich aus Foraminiferen bestehen, deren Kalkschalen noch bewahrt sind und in deren Hohlräumen und in den Zwischenräumen zwischen diesen der Glaukonit ausgeschieden ist.

N. 226, in der Banda-See, Tiefe 1595 m. Von hier kommen viele Konkretionen vor, die bis 5 cm im Durchmesser gross sind und eine recht unregelmässige Form besitzen. Die Konsistenz ist ganz merkwürdig, da sie einem ganz lose verkitteten Sandstein ähnlich sind. Die Sandkörner bestehen meistens aus Glaukonit, der oftmals eine deutliche Form von Foraminiferenausfüllungen hat; die Kalkschalen sind nur teilweise bewahrt. Ausser diesem Mineral finden sich unter den Sandkörnern viele Mineralbruchstücke, meistens aus Labrador, und einige Spongiennadeln. Diese wenig umgewandelte Bodenart ist an dieser Stelle recht unmotiviert; es liegt zwar von derselben Station keine Bodenprobe vor, die nächsten Proben sind aber viel feiner und enthalten ausserordentlich wenig Glaukonit, wie dieses Mineral überhaupt in Ablagerungen vulkanischen Ursprungs niemals sehr verbreitet ist.

Eine viel grössere Verbreitung besitzt der Glaukonit in den Proben selbst, wo er gewöhnlich als Ausfüllungsmasse von Foraminiferen auftritt. Das Mineral is nur in den Bestand-

teilen über 0,05 mm gefunden worden, da es in den kleineren Partikeln wohl ganz unmöglich näher zu bestimmen ist. Deswegen ist es auch in jedem einzelnen Falle unmöglich genauer anzugeben, wie gross die Rolle ist, die der Glaukonit in der Totalzusammensetzung der Probe spielt, da gerade die feinsten Partikel in den meisten Fällen bei weitem die Hauptmasse des Ganzen ausmachen. Nach dem Mengenverhältnisse des Glaukonites in den sandigen Bestandteilen lassen sich ganz grob 3 Klassen von Proben unterscheiden:

I. Die glaukonitreichen Proben, in denen der Glaukonit mehr als 50 p.Ct. der sandigen Partikel ausmacht; dies ist mit Nr. 14, 156, 159, 161 und 170 der Fall. Von diesen ist Nr. 159 viel reicher als die übrigen und enthält 98 p.Ct.

II. Die mittleren Proben mit von 10 bis 50 p.Ct. Glaukonit. Hierher gehören Nr. 15, 173, 211, 254, 256, 265, 267 und 297.

III. Die glaukonitarmen Proben mit weniger als 10 p.Ct. Glaukonit. Hierher gehören Nr. 52, 59, 69, 77, 95, 101, 154, 208, 217, 227, 262, 269, 270, 271, 286.

Von den erwähnten 28 glaukonithaltigen Proben, die die einzigen sind, in welchen das Mineral mit Sicherheit nachgewiesen ist, gehören die Hälfte, nämlich 14, dem Globigerinenschlamm an; 6 sind als Blauer Schlick bezeichnet, während von dem Korallenschlick und den Seichtwasserablagerungen je 4 Proben vorhanden sind. Im Vulkanischem Schlick und im Roten Tone ist überhaupt kein Glaukonit gefunden worden. Wenn man sämtliche Proben der Expedition berücksichtigt, findet man, dass vom Korallen-Schlick und -Sand 67 p.Ct. der Proben Glaukonit enthalten während die Procentzahl für den Globigerinenschlamm 52, für die Seichtwasserablagerungen 31 und für den Blauen Schlick 29 ist.

Da die beiden erstgenannten Bodenarten bei weitem die am meisten kalkhaltigen sind, liegt es auch nahe auf eine Verbindung zwischen dem Kalkgehalt und dem Glaukonitgehalt der Proben zu schliessen, und es zeigt sich denn auch, dass eine solche sehr ausgeprägt ist. Es haben z.B. die oben erwähnten 5 glaukonitreichen Proben im Durchschnitt 70,7 p.Ct. $CaCO_3$, während die 8 mittleren 50,0 und die 15 glaukonitarmen 48,4 p.Ct. besitzen; die glaukonitfreien Proben haben im Mittel nur 20,6 p.Ct. $CaCO_3$. Dieser Unterschied ist natürlich in der Bildungsweise des Glaukonits in Foraminiferenschalen begründet; im Einzelnen finden sich aber doch viele Ausnahmen, so dass man schliessen muss, dass mehrere andere bestimmende Faktoren vorhanden sein müssen.

Die Beziehung zwischen dem Glaukonitgehalt und der Tiefe der Proben lässt sich vielleicht am besten aus der untenstehenden Tabelle ersehen:

Tiefe in m	Zahl der Proben	davon glaukonithaltig	p.Ct. glaukonithaltige Proben.
0—200	12	4	33
200—1000	30	15	50
1—2000	18	4	22
2—3000	19	3	16
3—4000	8	2	25
> 4000	11	0	0

Es zeigt sich hier ein ausgeprägtes Maximum für den Glaukonitgehalt in den Tiefen zwischen 200 und 1000 Meter, und dies Verhältnis ist noch mehr ausgeprägt, wenn man speziell die glaukonitreicheren Proben berücksichtigt. Das Mineral findet sich doch auch einigermaassen reichlich in den tieferen Proben mit Ausnahme von den allertiefsten, wo der fehlende Kalkgehalt seine Wirkung geltend macht. Da die kalkreichsten Bodenproben gerade aus den Tiefen unterhalb 1000 m herrühren, erklärt sich hierdurch, wenigstens teilweise, der grössere Glaukonitgehalt in dieser Tiefenstufe. Es ist aber doch sicher, dass das Maximum für den Glaukonit mehr ausgeprägt ist als für den Kalkgehalt, und es scheint also, dass irgend ein specieller Grund vorhanden sein muss, weshalb der Glaukonit sich am leichtesten in den Tiefen von 200 bis 1000 Meter bildet, ohne dass es jedoch möglich wäre irgend ein Motiv dafür zu geben.

Wenn man die Beziehung zwischen dem Glaukonitgehalt und der mineralogischen Beschaffenheit der Proben berücksichtigt, ist es besonders auffallend, dass der Vulkanische Schlick keinen typischen Glaukonit enthält, und auch diejenigen der übrigen Bodenarten, die im vulkanischen Gebiet liegen, enthalten sehr wenig von diesem Mineral. Während von den gesammten Proben 55 auf den vulkanischen und 43 auf den nicht-vulkanischen Distrikt fallen, entstammen von den 28 glaukonitführenden Proben nur 5 dem vulkanischen Distrikt. Doch muss hervorgehoben werden, dass 2 von diesen zu den am meisten glaukonitreichen gehören, speziell Nr. 159, welche Probe ja, wie oben gesagt, viel mehr Glaukonit als irgend eine andere Probe enthält.

Es scheint also, dass für die Bildung des Glaukonits drei Faktoren fördernd sind, nämlich 1) eine nicht zu grosse Tiefe, 2) ein bedeutender Kalkgehalt und 3) ein nicht vulkanischer Boden. Doch sind die Verhältnisse im Einzelnen recht kompliziert, und es kommen sowohl Fälle vor, in denen kein Glaukonit gebildet ist, obgleich die Bedingungen für Glaukonitbildung gut erfüllt sind, wie auch solche, in denen das Mineral vorhanden ist, obgleich die Umstände dafür nicht besonders gut zu sein scheinen.

8. Schwerspat.

Dieses auf dem Meeresboden sehr seltene Mineral kommt als Konkretionen auf der Station Nr. 253, zwischen den Kei-Inseln, vor. Die Tiefe ist 304 Meter, die Bodenart ist Blauer Schlick. Die Konkretionen, deren Form aus der Tafel, Fig. 10 zu ersehen ist, haben einen grössten Durchmesser von ca. 6 cm; sie sind flachgedrückt oder ganz unregelmässig mit recht glatter Oberfläche. Die Farbe ist gelbgrau. Die Struktur ist feinkörnig, bisweilen ganz kompakt, bisweilen auch recht lose und porös. Im Inneren kommen oft Spalten vor, deren Wände mit einer ganz dünnen, schwarzen oder braunen Kruste überzogen sind, oder in einigen Fällen mit kleinen glänzenden Schwerspatkrystallen bekleidet sind. Die reinste und am meisten kompakte Substanz wurde von Dr. Niels Bjerrum analysiert und besass die folgende Zusammensetzung:

		Äquiv.
Ba O	53,85	0,352
SO_3	28,56	0,357
$Si O_2$	6,42	0,107
$Al_2 O_3$	2,32	0,023
$Fe_2 O_3$	1,67	0,011
Ca O	2,01	0,036
Mg O	0,42	0,010
Glühverlust	2,94	
Summe	98,19	

Wie man sieht, bestehen die Konkretionen hauptsächlich aus schwefelsaurem Baryt, wozu noch verschiedene Unreinheiten kommen. Kalk und Magnesia sind wohl gänzlich als Karbonate vorhanden; in den Dünnschliffen sieht man auch viele Foraminiferenschalen. Ferner deutet die Analyse auf Kaolin, Brauneisenerz und freie Kieselsäure oder Kieselsäurehydrat.